

BULLETIN D'INFORMATION

de

L'INSTITUT NATIONAL POUR L'ETUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE

INEAC

INFORMATIEBULLETIN

van het

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE LANDBOUWSTUDIE IN BELGISCH-CONGO

NILCO

VOL. I, N° 1-2

JUIN 1952 JUNI

Bulletin d'Information de l'INEAC

Informatiebulletin van het NILCO

SOMMAIRE

VOL. I

NOS 1-2

JUN 1952

INHOUD

Pages/Blz.

Editorial		1
Editoriaal		3
Le rôle de l'INEAC dans le développement de l'Agriculture congolaise	F. JURION	5
L'utilisation des engrais au Congo belge	M. V. HOMÈS	21
La sélection des plantes vivrières à Yangambi. Le Riz et le Manioc	DIV. DES PLANTES VIVR. DE L'INEAC	37
Vingt ans de sélection du bétail indigène du type local à Nioka	D ^r J. GILLAIN et D ^r M. MARICZ	55
Une grave maladie du caféier « Robusta » : la Trachéomycose. Avertissements et conseils aux planteurs	J. V. FRASELLE et G. GEORTAY	87
Le bouturage du Cacaoyer	G. VALLAËYS	103
Comptes rendus de recherches - Verslag van onderzoeken		
Les réactions du cotonnier aux conditions de milieu	M. LECOMTE, R. DE COENE et F. CORCELLE	123
La sélection précoce de l'hévéa	R. J. PICHEL	128
La microflore des sols de l'Uele	H. LAUDELOUT et H. Du BOIS	132
Petites informations - Korte mededelingen		
La conférence zootechnique de l'INEAC, à Nioka (2-6 octobre 1951)		135
L'INEAC devant le problème des cultures industrielles		137
Catalogue sommaire des plants et semences disponibles dans les stations de l'INEAC		139

BULLETIN D'INFORMATION

DE L'INSTITUT NATIONAL POUR L'ETUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE
(INEAC)

INFORMATIEBULLETIN

VAN HET
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE LANDBOUWSTUDIE IN BELGISCH-CONGO
(NILCO)

VOL. I

N^o_R 1-2

JUN 1952

Editorial.

Depuis quelque temps déjà, les milieux intéressés à l'agriculture du Congo souhaitaient que l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge (INEAC) dispose d'un organe de large diffusion de ses résultats. A l'initiative de Monsieur R. GODDING, ancien Ministre des Colonies et Président de la Commission administrative de l'INEAC, ce projet a pris corps.

L'INEAC a le plaisir de présenter le premier fascicule de son « Bulletin d'Information ».

Conçu dans un esprit essentiellement pratique, ce nouveau périodique s'efforcera de dégager, d'une manière concrète et sous une forme accessible aux usagers des sols congolais, les applications agricoles et zootechniques issues des recherches fondamentales de l'Institut. Il publiera donc, au fur et à mesure de la progression des études scientifiques et techniques, les enseignements susceptibles de revêtir de l'intérêt pour les praticiens. Le cas échéant, les avis de nos spécialistes permettront, malgré une connaissance encore incomplète du problème posé, de faire face à des exigences nouvelles. Les avertissements pathologiques et l'exposé des mesures de sécurité, par exemple,

répondent à cette préoccupation. D'autres rubriques, élaborées avec le même souci d'utilité immédiate, souligneront les aspects pragmatiques des publications récentes de l'INEAC ou communiqueront aux intéressés les conclusions saillantes des réunions ou colloques organisés à l'initiative de notre Institut.

Par ses objectifs immédiats, le Bulletin constitue l'aboutissement logique des diverses collections publiées par l'INEAC : Séries scientifique et technique, Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi, Essences forestières et Bois du Congo, Communications du Bureau climatologique, Rapports annuels, Mémoires in-4° ou hors série, Fiches bibliographiques. Ces éditions exposent les fondements scientifiques et les résultats expérimentaux qui ont permis la mise au point pratique des techniques renseignées dans le Bulletin.

En conformité avec les dispositions transitoires fixées pour le premier exercice, les fascicules paraîtront, temporairement, suivant un rythme trimestriel.

Il a paru désirable de réunir en une livraison unique le « Bulletin agricole du Congo belge » et le « Bulletin d'Information de l'INEAC ». Les praticiens trouveront ainsi, sous une forme aisément accessible, la somme des enseignements qui découlent des progrès de l'agriculture au Congo belge.

L'INEAC forme le vœu que, grâce à cette large diffusion, assurée par la Direction de l'Agriculture du Ministère des Colonies, le « Bulletin d'Information » puisse à l'instar de ses autres éditions contribuer à l'essor agricole de l'Afrique centrale.

Editoriaal.

Reeds sedert geruime tijd hebben de middens die zich aan de landbouw in Belgisch-Congo interesseren, de wens te kennen gegeven, het Nationaal Instituut voor de Landbouwstudie in Belgisch-Congo (NILCO) over een breed verspreid orgaan, dat zijn resultaten bevat, te zien beschikken. Op initiatief van de Heer R. GODDING, oud Minister van Koloniën en Voorzitter van de Administratieve Commissie van het NILCO, neemt dit voorstel een vaste vorm aan.

Het NILCO heeft het genoegen, het eerste nummer van zijn « Informatiebulletin » aan te bieden.

Volgens een essentieel practische geest opgevat, zal dit nieuw tijdschrift ernaar streven, op een concrete wijze en onder een gemakkelijk te begrijpen vorm voor diegenen die zich aan de Kongolese bodem interesseren, de landbouwkundige en zootechnische toepassingen, die uit de fundamentele opzoekingen van het Instituut voortloeien, af te lijnen. Het zal dus stelselmatig, naargelang de voortuitgang van het wetenschappelijk en technisch onderzoek, de bevindingen die van aard zijn de practici te interesseren, publiceren.

Desgevallend zullen de raadgevingen van onze specialisten het mogelijk maken, niettegenstaande de nog onvolledige kennis van het gestelde probleem, aan nieuwe vereisten te voldoen. De waarschuwingen voor pathologische gevallen en de uiteenzetting van de veiligheidsmaatregelen beantwoorden o. a. aan deze beslommering. Andere rubrieken, eveneens uitgewerkt met het doel van onmiddellijk nut te zijn, zullen de pragmatische aspecten van de recente publicaties van het

NILCO onderlijnen of zullen de meest kenschetsende conclusies van de vergaderingen of samenspraken, door toedoen van ons Instituut belegd, ter kennis van de belanghebbenden brengen.

Door deze onmiddellijke objectieven betekent het Bulletin het logisch resultaat van de verschillende door het NILCO gepubliceerde verzamelingen : wetenschappelijke en technische reeksen, de Flora van Belgisch-Congo en van Ruanda-Urundi, de boom- en houtsoorten van Congo, Mededelingen van het Weerkundig Bureau, jaarlijkse verslagen, de Handelingen in-4° of buiten reeks, de bibliographische fiches. Deze uitgaven vermelden de wetenschappelijke grondslagen en de experimentele resultaten die de praktische oppuntstelling der techniek, vermeld in het Bulletin, mogelijk gemaakt hebben.

In overeenstemming met de overgangsbepalingen, vastgesteld voor het eerste dienstjaar, zullen de afleveringen tijdelijk, driemaandelijks verschijnen.

Het kwam wenselijk voor, het « Landbouwkundig Tijdschrift voor Belgisch-Congo » en het « Informatiebulletin » van het NILCO in een enkele aflevering te verzamelen. Aldus zullen de practici onder een gemakkelijk te begrijpen vorm het geheel der bevindingen die voortvloeien uit de vooruitgang van de landbouw in Belgisch-Congo vinden.

Het NILCO drukt de wens uit dat, dank zij deze brede verspreiding, verzekerd door de Directie van de Landbouw van het Ministerie van Koloniën, het « Informatiebulletin », in navolging van haar andere uitgaven, moge bijdragen tot de ontwikkeling van de landbouw van Centraal Afrika.

Le rôle de l'INEAC dans le développement de l'Agriculture congolaise

PAR

F. JURION,

Directeur général de l'INEAC.

Depuis sa fondation en 1934, l'INEAC a utilisé au mieux les moyens mis à sa disposition pour atteindre le but qui lui était assigné par ses fondateurs : le progrès scientifique de l'Agriculture au Congo belge.

Ses réalisations au cours de bientôt quatre lustres d'activité, l'ont placé au premier rang des institutions scientifiques africaines. Les travaux de ses spécialistes ont largement contribué à la prospérité économique que connaît actuellement l'agriculture congolaise. Malgré les résultats probants qu'il a déjà acquis, particulièrement en matière d'amélioration du rendement des plantes cultivées, l'INEAC doit encore résoudre des problèmes nombreux et divers. Les autorités responsables de la Colonie ont heureusement compris l'intérêt de la recherche agricole et ont prévu les moyens financiers qui permettront à l'Institut d'intensifier les recherches en cours et d'étendre le champ de ses investigations à des domaines insuffisamment explorés jusqu'à présent. Il suffit de parcourir le programme assigné à l'INEAC dans le cadre des Plans décennaux du Congo belge et du Ruanda-Urundi, pour apprécier l'effort consenti par le Gouvernement en vue de développer davantage la recherche agronomique. Pour les dix années envisagées, les crédits complémentaires à affecter à l'INEAC s'élèvent à 1.330 millions de francs pour le Congo belge et 272 millions de francs pour le Ruanda-Urundi.

Son personnel européen, dont la moitié environ d'universitaires, passera au Congo belge de 209 en 1950 à 396 en 1960 et, au Ruanda-Urundi, de 7 en 1952 à 60 unités en 1962.

Le cadre restreint de cet article ne permet pas d'analyser les résultats déjà obtenus et de décrire en détail les programmes d'avenir qui seront réalisés grâce à ce personnel et à ces moyens financiers. Nous nous limiterons à un bref aperçu des voies suivies et mettrons l'accent sur la contribution qu'apportent les diverses disciplines scientifiques connexes à l'agriculture, dans son sens large, pour contribuer à atteindre le but final : l'augmentation de la productivité des terres agricoles, des forêts et des pâtures dans les conditions économiques les plus favorables.

L'étude du milieu.

Dans des pays arriérés où les leçons de l'empirisme, certes non négligeables, n'ont fourni que les principes assez fragmentaires d'une agriculture extensive, un des rôles essentiels d'un Institut comme l'INEAC est d'intensifier l'étude du milieu. Seule la connaissance approfondie des facteurs naturels, permettra d'interpréter le « comment » et le « pourquoi » des choses et d'asseoir l'agriculture sur des bases rationnelles.

L'analyse du milieu implique l'étude du climat, du sol et de la végétation, résultante des deux premiers.

L'étude du climat se réalise par le dépouillement des données relevées dans tous les postes d'observation de la Colonie, que ceux-ci fassent partie du réseau d'écoclimatologie de l'INEAC ou du réseau météorologique de la Colonie. Le réseau INEAC comprend ou comprendra une station principale à Yangambi, 16 stations de premier ordre, 24 de deuxième ou de troisième ordre, qui, suivant leur importance, relèveront tout ou partie des éléments du climat (pluie, humidité de l'air, température de l'air et du sol, vent, radiation, etc.). Les données du réseau INEAC sont interprétées à la Station principale de Yangambi alors que les relevés de tous les postes d'observation tant de la Colonie que de l'INEAC sont synthétisés et publiés par le Bureau de Climatologie métropolitain de l'Institut. Actuellement, sept spécialistes et calculateurs sont attachés à cette activité et leur nombre sera porté à 12 en 1960.

L'étude du sol comporte deux phases : l'examen des profils en place, en relation avec leur origine géologique et géomorphologique,

et l'analyse des caractéristiques des terres au laboratoire, aux points de vue physique, chimique, physico-chimique et biologique. Tous ces travaux permettent de reconnaître les divers types de sol, de les classer et de dresser des cartes pédologiques qui servent à définir la vocation des terres dont il sera question ci-après. Pour ces études, l'INEAC dispose déjà de 19 spécialistes du terrain et du laboratoire ; leur nombre sera porté à 30 en 1960.

La végétation naturelle est l'image du climat et du sol ; son étude est non seulement utile pour l'inventaire floristique, mais elle est particulièrement précieuse pour la cartographie des types de sols que les associations végétales décèlent aisément. L'étude des associations implique toutefois une connaissance approfondie de la systématique botanique. C'est pourquoi l'INEAC a estimé indispensable de préparer et de publier une Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Ce travail se prépare au Jardin Botanique de l'Etat à Bruxelles avec la collaboration de cet établissement scientifique métropolitain ; 12 spécialistes et aides sont actuellement affectés aux études de la végétation tant sur le terrain qu'en cabinet. Le renforcement tel que prévu portera ce nombre à 18 en 1960. Encore convient-il de signaler ici, l'aide souvent bénévole que nous apportent de nombreux résidents du Congo qui s'adonnent à l'investigation de la flore et récoltent de précieuses et importantes collections.

L'étude du sol et de la végétation et la recherche de leurs réactions réciproques dans un climat donné ont pour but pratique de déterminer la vocation des terres. Il importe, en effet, de reconnaître les sols qui doivent être maintenus sous couvert forestier ou même reboisés, ceux qui conviennent le mieux à porter des pâturages et les terres propices à la culture. Pour ces dernières, il est en outre indispensable de rechercher les espèces vivrières ou économiques les mieux appropriées et les méthodes culturales les plus rentables et propices au maintien de leur fertilité native.

La réalisation systématique d'une carte complète des sols et de la végétation pour un pays aussi vaste que le Congo eut exigé un temps exagéré. Aussi a-t-il paru plus sage de circonscrire les efforts à des aires-témoin choisies dans les zones écologiques et agricoles les plus intéressantes. Grâce aux notices qui seront publiées, les praticiens œuvrant dans les régions voisines pourront, par comparaison, déterminer la vocation des terres et dresser des plans, moins précis certes, mais précieux pour l'élaboration ultérieure d'une carte générale des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi.

A la fin de 1952, les missions pédo-botaniques de l'INEAC auront cartographié près de 500.000 hectares de terres réparties dans le Bas-Congo, la Cuvette centrale, la plaine de la Ruzizi, le Katanga, l'Ituri et le Ruanda-Urundi. Il nous est agréable de mentionner ici la collaboration, dans le cadre de l'Administration de Sécurité Mutuelle (Plan Marshall), de neuf spécialistes américains qui ont participé pendant un an à l'étude du sol et de la végétation entreprise par l'INEAC.

L'accroissement de la production.

Déterminer la vocation des terres n'est qu'une étape vers l'étude de l'augmentation du rendement à l'unité de surface. Ce dernier point représente le rôle essentiel des services et stations agronomiques qui disposent à cet effet de l'aide de chercheurs ressortissant à des disciplines scientifiques diverses.

Plusieurs voies parallèles se présentent pour améliorer la productivité des cultures : la sélection, le choix de méthodes culturales adéquates au milieu, le traitement des plantes et des produits contre les parasites, la diminution des frais de production par l'organisation du travail, l'usage d'engins mécaniques, le conditionnement adéquat des récoltes et leur conservation rationnelle, etc.

Les résultats acquis par l'INEAC par la sélection des plantes cultivées sont déjà très appréciables. En voici quelques exemples parmi beaucoup d'autres. Le rendement de l'*Elaeis* est passé d'une tonne d'huile/ha environ pour des palmèraies naturelles à 2,5 t/ha. Le cotonnier produit actuellement de 800 à 1.000 kg/ha contre 300 à 500 autrefois, alors que la longueur de la fibre passait de 25 mm à 28 mm. La richesse des écorces de quinquina en sulfate de quinine de 9 % est passée à 14 %. Le pyrèthre donnait 500 kg/ha à 1,35 % de pyrèthrines ; des rendements de 2 t/ha à 2,20 % de pyrèthrines sont devenus possibles.

Dans le domaine des plantes vivrières, auquel l'INEAC a consacré une très large part de son activité, des résultats aussi marquants ont été atteints : le rendement du riz est passé de 500 à 700 jusqu'à 2.000 kg/ha, celui du manioc de 10 t jusqu'à 48 t/ha ; la production de l'arachide de 800 kg jusqu'à 2.000 kg/ha ; celle des haricots de 750 jusqu'à 1.400 kg/ha et du froment de 600 jusqu'à 1.000, voire 2.500 kg/ha. Tous ces résultats ont été obtenus dans des conditions normales de culture, c'est-à-dire sans l'adjuvant des engrais minéraux.

La tâche des sélectionneurs est cependant loin d'être achevée et de nombreux problèmes restent à résoudre pour lesquels l'aide des génétistes, chimistes, physiologistes, phytopathologistes leur est encore nécessaire. C'est ainsi que la sélection du palmier à huile, qui vise à augmenter la teneur en huile des fruits, à rechercher des lignées à haute production de régimes par mètre courant de stipe (facilité de récolte) et résistantes à la fusariose, etc., requiert pour atteindre le but assigné, des collaborateurs divers. La teneur et la qualité de l'huile seront étudiées par le chimiste ; le génétiste guidera les croisements interspécifiques susceptibles de réduire la taille des palmiers et d'accroître ainsi le rendement par mètre courant de stipe (cas de l'hybridation avec *Elaeis melanococca*) ; le phytopathologiste, enfin, aidera les sélectionneurs en recherchant les méthodes d'inoculation qui permettront de tester et d'isoler des lignées résistantes ou tolérantes à certaines maladies.

Le sélectionneur des plantes vivrières a visé jusqu'à présent à augmenter les rendements à l'unité de surface dans des conditions normales de culture et nous avons cité quelques résultats acquis. Mais d'autres problèmes lui sont actuellement posés. On lui demande non seulement d'accroître quantitativement la production mais aussi d'améliorer la valeur alimentaire des produits, point essentiel pour la nutrition des populations indigènes dont le régime est à base végétale et par conséquent très souvent déficient à l'égard des protéines entre autres. On demande encore à l'expérimentateur des plantes alimentaires d'adapter celles-ci à des conditions culturelles nouvelles (cultures irriguées, inondées, mécanisées...), de prévoir la réaction des variétés sélectionnées à des conditions plus sévères (résistance à la sécheresse, par exemple) ou meilleures (fumure minérale, notamment), veiller à leur conférer une bonne résistance aux principales maladies. Ici également, le recours à des spécialistes divers s'impose : le biochimiste éprouvera la valeur diététique des lignées, le génétiste s'efforcera à fixer les caractères favorables recherchés, le physiologiste déterminera l'adaptabilité des variétés à des conditions culturelles particulières, le mécanicien agricole contrôlera les aptitudes des plantes à être traitées mécaniquement, le phytopathologiste, enfin, éprouvera leur résistance aux maladies.

Ces exemples suffisent, croyons-nous, pour montrer les voies nécessairement complexes où s'engage actuellement la sélection des plantes cultivées.

Ces recherches ne peuvent être entreprises dans toute leur

nécessaire ampleur que par les stations principales de l'INEAC. Mais il importe néanmoins que l'adaptation des élites soit contrôlée dans des conditions de milieu diverses avant d'envisager leur diffusion régionale. C'est le rôle des stations secondaires de l'INEAC et des centres d'adaptation locale du Service agricole de la Colonie.

Tous les produits sélectionnés par l'INEAC sont mis à la disposition des planteurs européens ou des cultivateurs indigènes, soit directement par l'Institut pour les plantes pérennes, soit indirectement par les centres d'adaptation locale et de multiplication s'il s'agit des plantes annuelles ou vivrières.

Quelques exemples suffiront à montrer les services rendus par l'INEAC dans ce domaine. A ce jour, l'Institut a livré 69 millions de graines de palmiers à huile. Toutes les plantations d'hévéa ont été établies au départ de matériel sélectionné et multiplié par l'INEAC. Toutes les emblavures actuelles en riz, cotonnier, sont établies avec des variétés sélectionnées dans nos établissements ; il en va en grande partie de même pour de nombreuses cultures annuelles (maïs, froment, arachides, haricots, manioc, etc.).

L'amélioration du rendement des cultures implique aussi la recherche de méthodes culturales adéquates, bien adaptées au milieu, qui permettent au matériel sélectionné de manifester au maximum son potentiel productif.

Il est inutile de rappeler que les sols de l'Afrique centrale sont généralement pauvres et que des méthodes culturales inappropriées peuvent les dégrader irrémédiablement, en un laps de temps très réduit. Des exemples nombreux pourraient être mentionnés. La tâche des agronomes dans ce domaine reste très vaste, malgré les résultats encourageants déjà acquis.

Les modes d'ouverture pour les grandes cultures pérennes ont été étudiés et il est maintenant établi que la méthode par non-incinération est la plus indiquée, tant pour la productivité des plantes cultivées que pour leur résistance aux maladies. Il a été démontré, en effet, que les maladies cryptogamiques (fomès de l'hévéa, fusariose et armillaire du palmier à huile, par exemple) se développaient avec beaucoup moins d'intensité dans un sol non préparé par incinération de la couverture végétale.

Les questions de dispositif ou de densité de plantation ont été

prises au point. Il faut citer entre autres la méthode des lignes couplées pour le palmier à huile et le caféier qui facilitent l'exploitation, qui ménagent entre les couples des surfaces propices au débardage et qui se couvrent d'une exhubérante végétation conservatrice. Les bandes intercouplées permettront la replantation en éludant ou en réduisant la période de jachère. On a encore déterminé pour l'hévéa, l'avantage d'une plantation initiale dense (750 arbres à l'ha), tant aux points de vue de la production que du bon état sanitaire. L'intensité des attaques par *Fomes* est très réduite dans les plantations initialement plantées à forte densité.

Les méthodes d'entretien ont également fait l'objet d'essais nombreux ; l'intérêt d'assurer au sol une protection aussi parfaite que possible s'est clairement dégagé ; le couvert est le mieux assuré par une végétation naturelle plurispécifique ligneuse ou herbacée suivant le type de cultures.

Pour les plantes annuelles vivrières ou autres, pour lesquelles l'incinération préalable du couvert végétal reste indispensable, on a mis au point des méthodes culturales qui assurent la meilleure protection, et par là, la conservation du sol (semis dense, cultures mixtes, etc.). Il n'en reste pas moins que des sols soumis aux cultures répétées perdent assez rapidement leur fertilité et que des périodes de jachère, souvent très longues, doivent être prévues entre chaque cycle cultural. En pratique, au stade actuel des connaissances et des possibilités économiques, le cycle de cultures annuelles est normalement court et une période de jachère naturelle, de longueur variable suivant la fertilité native du sol, reste indispensable.

La longueur du cycle de culture est déterminée par le temps-limite d'usage du sol qui permet une réinstallation rapide du couvert naturel. Pour faciliter celle-ci, certains dispositifs d'implantation des cultures (forme et orientation des parcelles, etc.) ont été étudiés et ont abouti au système actuellement dénommé la « culture en couloirs » méthode adoptée dans tous les paysannats réalisés par le Service de l'Agriculture de la Colonie.

Il n'en reste pas moins que les méthodes actuelles doivent être considérées comme transitoires, car elles ne permettent pas une utilisation maximum des surfaces disponibles et imposent aux cultivateurs indigènes des prestations de défrichement annuel assez lourdes. Aussi les agronomes visent-ils à allonger le cycle de culture et à réduire la durée de la jachère.

On envisage particulièrement l'intercalation de plantes améliorantes dans le cycle de culture et l'utilisation de plantes régénératrices capables de rendre au sol sa fertilité dans un temps plus court, tout en permettant une remise en culture plus aisée. A cet égard, on s'oriente surtout vers l'usage des graminées qui, en plus de leur rôle régénérateur, faciliteraient l'usage d'engins mécaniques et formeraient une base d'alimentation du bétail producteur de protéines animales et aussi de fumier.

L'utilisation des engrais chimiques constitue un autre moyen de parer à la perte rapide de fertilité des sols. L'application économique des engrais pose cependant des problèmes complexes, dont la solution nécessitera de longues études. Il importe en effet de connaître préalablement les besoins des diverses plantes en éléments minéraux (physiologie), de déterminer ensuite les besoins en engrais des différents types de sol représentés au Congo (pédologie) en relation avec les plantes qui y seront cultivées. Enfin, dès que ces problèmes seront résolus, il restera à fixer le niveau économique des applications d'engrais à grande échelle.

La première phase des études, c'est-à-dire la détermination des besoins de la plante en éléments minéraux et dont les principes sont exposés d'autre part dans la présente livraison de ce Bulletin, est déjà achevée pour quelques plantes industrielles, telles que le palmier à huile, le caféier robusta, le cacaoyer. La recherche est entamée pour le cotonnier et les plantes vivrières. L'efficacité des formules proposées a déjà été éprouvée avec succès sur des pépinières et les essais à plus grande échelle sont en cours dans des plantations de palmier à huile.

Il importe enfin de réduire les frais de production par la mécanisation de tous les travaux où les engins peuvent être économiquement utilisés.

Dans les pays forestiers, dans les terrains parsemés de termitières, il est actuellement difficile d'envisager la mécanisation des travaux culturels, mais il est très possible de réduire par la mécanisation les prestations humaines pour les tâches pré- et postculturelles. Parmi les premières, on considère surtout l'abatage de la forêt, le débitage ou débardage des arbres en vue des plantations, la construction des routes, etc. Parmi les secondes, on mentionnera la récolte, le transport et la préparation des produits.

Dans les régions de savane, par contre, le problème est plus simple, et normalement les engins existants peuvent être utilisés sans difficulté technique, bien que leur intérêt, au point de vue économique, doive encore être démontré.

Ce bref et sommaire aperçu de la question des méthodes culturales permet de se rendre compte de son ampleur. Ici encore, l'agronome chargé des essais doit recourir à la compétence de spécialistes divers. Pour la fixation des époques de semailles, par exemple, le technicien se référera à l'écoclimatologiste qui le guidera également dans l'étude des conditions du milieu à réaliser pour la réussite de la greffe ou du bouturage, ou pour déterminer la couverture idéale dans une plantation pérenne, c'est-à-dire la végétation protectrice qui abaissera le plus efficacement la température du sol sans concurrencer la plante cultivée dans ses besoins en eau et en éléments biogènes.

D'autres concours encore sont nécessaires à l'agronome : pédologue, physico-chimiste, physiologiste, botaniste... On a déjà mentionné le rôle de la physiologie et de la pédologie dans l'étude de l'utilisation des engrais minéraux. C'est aux spécialistes de ces disciplines qu'il appartiendra de contrôler l'influence de ces engrais sur les propriétés physiques, chimiques et microbiologiques des sols. L'emploi irrationnel de l'engrais peut, en effet, après quelques applications, altérer certaines caractéristiques favorables des terres, alors même que l'effet bénéfique initial se soit révélé manifestement. Si l'agronome envisage l'emploi des engins mécaniques, il fera appel non seulement à l'ingénieur pour tirer le meilleur parti des machines, mais encore au pédologue et au botaniste pour suivre les effets de ces façons culturales perfectionnées sur l'évolution du sol et de la végétation.

Il s'agit enfin, pour atteindre le rendement optimum, de réduire les pertes dues aux parasites, particulièrement aux insectes qui attaquent les plantes et les produits. On a vu précédemment que la sélection aidée par la phytopathologie pouvait, dans une certaine mesure, parer indirectement aux dégâts provoqués par les maladies, mais, dans certains cas, et particulièrement lors d'attaques massives d'insectes, une intervention directe des phytopathologistes est souvent nécessaire. Il incombe en effet à ceux-ci d'étudier la biologie des parasites, de façon à déterminer le stade le plus favorable à l'intervention, les produits à utiliser pour les combattre et les méthodes adéquates d'utilisation. L'usage récent d'insecticides de synthèse a déjà montré une efficacité indiscutable. On ne citera comme exemples que la lutte

contre la pyrale du caféier robusta par les poudrages à base d'arséni-
ate de plomb, la destruction des parasites du cotonnier par des
produits comme le D.D.T., l'H.C.H., etc.

Il importe également de protéger les produits récoltés qui sont,
dans les conditions de l'Afrique centrale, très sujets à l'altération par
des parasites entomologiques ou cryptogamiques. La question du
séchage est particulièrement importante et doit être mise au point par
des spécialistes coopérant avec les phytopathologistes.

Bien d'autres exemples de cette nécessaire collaboration entre
agronomes et techniciens, entre expérimentateurs et scientifiques divers
pourraient encore être mentionnés. Les études publiées par l'Institut
en fournissent de nombreux témoignages.

Ce bref exposé aura certainement permis au lecteur d'apprécier
la complexité des problèmes posés aux agronomes et la nécessité pour
les résoudre de poursuivre la recherche sous tous ses aspects parfois
extrêmement divers. Il paraît souvent aux non-initiés que certains
services scientifiques n'ont qu'un intérêt direct mineur, alors que sou-
vent ils constituent les maillons de la chaîne sans lesquels l'ensemble
ne peut fonctionner rationnellement. C'est pourquoi l'INEAC a veillé
à ce qu'aucune des disciplines connexes à l'agriculture ne soit négligée
et qu'il a développé chez ses chercheurs l'esprit du travail en équipe
en vue d'un seul but commun : l'accroissement de la productivité de
l'agriculture.

Outre le personnel affecté à l'étude du milieu et dont l'interven-
tion est également requise pour toutes les activités qui tendent à
accroître la productivité, 67 universitaires et 51 agents consacrent
leur labeur aux travaux de sélection et de mise au point des méthodes
culturales adéquates. En 1960, les chiffres correspondants seront res-
pectivement de 105 et 77.

Recherches zootechniques.

L'agriculture congolaise ne deviendra vraiment rationnelle que
le jour où l'élevage y sera intégré. L'INEAC a donc porté à son pro-
gramme l'amélioration de l'élevage là où il existe et son extension
ou son introduction là où jusqu'à présent, pour des causes diverses
(végétation, maladies), il n'a pu se développer.

Dans les régions où l'élevage existe, l'INEAC a entrepris l'amé-
lioration du cheptel local suivant deux voies :

D'abord par la sélection au sein même des types indigènes. Les résultats acquis dans ce domaine sont déjà très appréciables tout au moins en ce qui concerne la production de viande. A la Station de Nioka, par exemple, par sélection, le poids moyen des vaches en lactation est passé de 312 kg en 1937 à 352 kg en 1950 ; la précocité et le type de bétail se sont sensiblement améliorés (voir article sur le sujet dans la présente livraison du Bulletin d'Information). La faculté laitière aussi s'est améliorée d'une manière sensible en valeur relative, mais reste assez basse en valeur absolue. Le rendement laitier des vaches indigènes a été porté de 500 l à 1.000 l et exceptionnellement même 2.000 l, ce qui est encore insuffisant. C'est pourquoi l'Institut envisage l'importation de bétail des Indes, en vue d'améliorer les facultés laitières des types locaux, sans affecter leur rusticité.

Le second moyen d'amélioration adopté fut le croisement avec des races européennes. Les résultats sont excellents, pour autant que les conditions de milieu soient améliorées parallèlement à l'augmentation de sang européen. Pour la production de viande, le degré de sang qui reste économiquement exploitable dans les conditions naturelles, ne doit pas dépasser 50 % de sang européen. Par contre, s'il s'agit de production laitière et si des suppléments peuvent être distribués, le degré de sang peut être sensiblement augmenté et même s'approcher du pur sang si les conditions de climat restent tempérées. C'est ainsi qu'aux Stations de Nioka et de Kevberg, il est permis d'entretenir sans difficulté des novaux pur sang de races européennes comme la Friesland, la Jersey, l'Ayrshire et la Suisse Brune des Alpes.

Dans les régions où l'élevage était inexistant, jusqu'il y a quelques années, l'INEAC vise au développement de deux races introduites qui se sont déjà acclimatées dans les conditions de la Cuvette centrale : Guinée et Dahomey. L'introduction dans ce même milieu des zébus des Indes, particulièrement résistants à la chaleur, et des buffles domestiques est également envisagée. L'élevage du porc est d'autre part susceptible de transformer le plus économiquement les surplus d'hydrates de carbone facilement produits dans la Cuvette forestière où cette exploitation zootechnique sera étudiée et encouragée. Enfin la chèvre, qui est également adaptée aux conditions sévères des contrées boisées, fait l'objet des préoccupations zootechniques de l'INEAC, particulièrement en ce qui concerne l'amélioration de ses facultés laitières. Il importe, en effet, dans ces régions d'utiliser toute source de protéines animales actuellement très déficitaires.

L'élevage, tel qu'il a été pratiqué jusqu'à présent au Congo, pré-

sentait surtout un caractère extensif, les éleveurs se limitant à utiliser la production des pâturages naturels. C'est ainsi que, suivant les régions, les surfaces nécessaires pour l'alimentation d'une tête de bétail de 300 à 400 kg de poids vif varient de 2 à 10 ha. Dans le but d'accroître le cheptel, l'amélioration des pâturages s'est donc révélée une nécessité et l'INEAC l'a entreprise d'abord à la Station de Nioka pour les régions de savanes du nord-est, et au Centre de recherches de Yangambi dans la région forestière où les pâturages doivent être nécessairement créés de toutes pièces. Dans le cadre du Plan décennal et au cours de la prochaine décade, d'autres centres agrostologiques seront ouverts au Ruanda-Urundi, dans le Bas-Congo, au Lomami et au Katanga dans les régions de savanes.

Deux méthodes d'amélioration des pâturages sont envisagées : la première est l'aménagement des parcours naturels. Cette voie implique la connaissance préalable de la composition floristique et des associations végétales des savanes. Ces données sont indispensables pour conduire les opérations améliorantes telles que le dessouchement, l'introduction de meilleures espèces, l'élimination des herbes nuisibles, etc.

Une seconde méthode réside dans la création de pâturages artificiels par la multiplication d'espèces locales ou introduites de grande valeur bromatologique ; ces espèces práticoles sont cultivées à l'état pur ou, mieux encore, en associations aussi stables que possible. La praticanterie artificielle implique aussi l'étude préliminaire de toutes les espèces et de leur comportement en mélange. Il s'agit de déterminer non seulement leur productivité mais aussi certains caractères comme la résistance à la sécheresse, et surtout leur appétabilité et leur valeur alimentaire.

Le botaniste agrostologiste, pour mener sa tâche à bien, devra pouvoir compter sur l'aide d'un biochimiste, d'un zootechnicien, d'un pédologue et éventuellement d'un physiologiste.

A la Station de Nioka, la capacité de charge à l'hectare a pu être portée de 200 kg de poids vif pour le pâturage naturel non amélioré à 560 kg pour les meilleurs pâturages artificiels.

L'amélioration des pâturages, tout essentielle qu'elle soit, ne constitue encore qu'un des moyens d'intensification de l'élevage. Il demeure nécessaire d'étudier toutes les possibilités d'accroître le rendement des animaux par une alimentation supplémentaire produite par des cultures fourragères ou offerte sous forme de concentrés.

L'usage économique de ces suppléments implique des études bromatologiques suivies. Celles-ci pourront être réalisées par les agronomes et les vétérinaires, avec la contribution du biochimiste pour l'étude diététique et physiologique des suppléments nutritifs.

D'autre part, les animaux domestiques sous les tropiques sont sujets à de nombreuses maladies, infectieuses (trypanosomiase, théilériose, brucellose, charbons divers, etc.), parasitaires (verminoses), et physiologiques (carences), qui nécessitent un laboratoire de recherches pour l'identification des maladies et l'étude des moyens de les combattre, soit par l'usage interne ou externe de produits médicamenteux, soit par des vaccins ou des sérums. C'est la tâche confiée au Laboratoire vétérinaire de Gabu.

Pour l'étude des maladies physiologiques, et particulièrement des maladies de carence, les vétérinaires devront recourir encore au biochimiste, de façon à déterminer les causes et à suivre l'effet des traitements par les analyses du sang.

Enfin, en matière d'élevage, l'INEAC s'intéressera également aux problèmes posés par les produits laitiers. Des laboratoires spécialisés dans ce domaine sont prévus à Nioka et à Rubona, où s'effectuera l'étude de tous les problèmes concernant le lait, le beurre, le fromage et autres sous-produits.

Le personnel affecté aux recherches zootechniques comprend à ce jour 8 universitaires (vétérinaires, agrostologistes, biochimiste, agronomes) et 10 adjoints. Il sera porté à 28 universitaires et 28 techniciens en 1960.

Si l'INEAC considère l'élevage du gros et du petit bétail comme le moyen le plus adéquat pour résoudre le problème de la production de protéines animales, il ne néglige cependant pas les possibilités de la pisciculture.

Celle-ci peut constituer un appoint appréciable et elle a l'avantage d'être directement à la portée des indigènes. L'INEAC s'est attaché à l'étude de ce problème dans les conditions de la Cuvette forestière. Il envisage non seulement la multiplication et la mise au point des meilleures conditions de production d'espèces connues comme les *Tilapia*, mais aussi la domestication des espèces locales les plus intéressantes. Dans ce but, il poursuit l'inventaire de la faune ichtyologique du Moyen-Congo et de ses affluents et étudie la biologie des espèces de valeur.

Trois universitaires et un technicien sont attachés à ce travail.

Enfin, bien que les objectifs soient différents, il faut signaler la sériciculture parmi les recherches zootechniques entreprises par l'Institut. Celui-ci s'attache particulièrement à l'étude et à la sélection des races de vers à soie les mieux adaptées aux conditions locales. Il détermine leur valeur aux points de vue quantitatif et qualitatif et assure la production des « graines » destinées aux sériciculteurs indigènes. Parallèlement, la sélection du mûrier et l'étude des méthodes culturales à lui appliquer sont poursuivies.

Deux universitaires et trois techniciens sont affectés aux recherches séricicoles.

Economie forestière.

Le Congo est encore, pour une part très notable de sa surface, couvert de forêts qui représentent un potentiel économique énorme, alors que par contre tant d'autres régions sont actuellement déboisées et souffrent d'une carence de produits forestiers. Aussi est-il normal que l'INEAC réserve une bonne part de son activité à l'économie forestière. Dans les régions densément boisées, et particulièrement au Mayumbe et à Yangambi, l'étude des peuplements a été entamée dans le but de déterminer les conditions de leur exploitabilité.

Il importait également d'être éclairé sur les possibilités des bois coloniaux pour les divers usages. C'est pourquoi le Département des Colonies a créé la Commission des Bois, placée sous le contrôle de l'INEAC. Les diverses essences congolaises susceptibles d'intérêt sont étudiées à tous les points de vue : aptitudes au débitage et conditions dans lesquelles celui-ci peut s'opérer le plus économiquement, étude des propriétés physiques et mécaniques des bois, étude des qualités papetières et autres sous-produits du bois (goudron, charbon de bois, tanin, etc.), et enfin, étude des parasites, tant entomologiques que cryptogamiques et mise au point de méthodes de lutte contre les uns et les autres.

Comme l'exploitation forestière pure et simple ne peut amener qu'un appauvrissement du capital, il était indispensable également d'étudier les méthodes d'aménagement forestier qui doivent permettre un jour de fixer la doctrine forestière adaptée aux conditions équatoriales.

Diverses méthodes d'aménagement et d'enrichissement des forêts

sont à l'étude. Il faut citer les méthodes d'uniformisation par le haut et par le bas, appliquées au Mayumbe, et les méthodes d'enrichissement par layons ou par placeaux.

Les résultats à attendre de certaines de ces pratiques sont particulièrement prometteurs. C'est ainsi que le rendement des forêts à Limba (*Terminalia superba*) du Mayumbe pourra être accru de 25 à 40 m³ à l'hectare dans les conditions actuelles d'exploitation à 400 m³ après 80 ans.

Dans les régions déboisées, l'INEAC s'est attaché au problème de la reforestation, généralement par la création de peuplements artificiels d'essences exotiques qui constitueront le milieu de départ pour l'établissement des forêts mélangées de protection. La production de tous les matériaux nécessaires aux populations rurales, tels que bois de chauffage, de charpente, de menuiserie, etc... n'est pas négligée.

Le personnel affecté en Afrique aux recherches forestières compte actuellement 13 unités et le renforcement de ce secteur portera cet effectif à 22 agents en 1960-1962.

Economie rurale et sociale.

Malgré toutes ces activités à caractères scientifique et technique, l'INEAC ne néglige pas l'élément humain, qui constitue en dernier ressort, la base de tout progrès en agriculture. C'est ainsi qu'il a été amené à s'intéresser aux questions de paysannat, envisageant non seulement l'organisation de l'agriculture, mais aussi celui des agglomérations et même des habitats ruraux. Dans la région des Turumbu, au moins, les premières bases d'une coopérative agricole ont même été établies par l'Institut. Le rôle de l'INEAC dans ces différents domaines demeure néanmoins purement expérimental et se borne à fournir les conseils techniques nécessaires aux services officiels chargés de ces réalisations.

Coordination des programmes et diffusion des résultats.

Il reste, pour être complet, un dernier point à envisager, c'est celui de la coordination des programmes de l'INEAC. Institution de recherches, avec l'activité des Services d'application et les besoins des cultivateurs indigènes ou des planteurs européens. Cette question se rattache directement à la promotion des moyens de diffusion utilisés pour mettre à la disposition du public les résultats des recherches.

Pour atteindre le but assigné, il est nécessaire que les programmes de l'INEAC évoluent avec les besoins de l'agriculture congolaise et, pour ce faire, l'Institut doit garder un contact permanent avec les Services d'application. En ce qui concerne l'agriculture indigène, dont les Services gouvernementaux de l'Agriculture ont la charge, la coordination est réalisée en Afrique par des réunions annuelles, générales ou régionales, au cours desquelles l'essentiel des programmes de l'INEAC est exposé aux dirigeants de ces Services. Ces fonctionnaires ont ainsi l'occasion de connaître les préoccupations de l'Institut et d'attirer éventuellement l'attention des chercheurs sur les problèmes qui se posent dans leur sphère d'activité propre. De plus, un représentant du Service assiste aux réunions périodiques des spécialistes de l'INEAC convoqués pour l'étude de problèmes d'intérêt général.

A l'échelon métropolitain, la liaison est permanente : le Directeur de l'Agriculture du Département des Colonies est de droit membre du Comité de Direction de l'Institut ; un représentant du Ministre des Colonies assiste également aux réunions de ce Collège.

Les relations entre les colons agricoles et l'INEAC sont assurées par le truchement des Offices des produits agricoles créés par le Gouvernement. Les sociétés agricoles qui disposent le plus souvent de techniciens gardent un contact régulier et direct avec les Stations qui les intéressent. En outre, des réunions périodiques sont organisées avec les diverses associations de planteurs ou d'éleveurs.

Enfin, l'état des travaux en cours est d'autre part exposé dans les rapports que l'Institut imprime annuellement, alors que les résultats définitifs des expériences ou études sont le plus souvent publiés dans les séries scientifique et technique éditées par l'Institut. Dorénavant, le Bulletin d'Information de l'INEAC, dont la présente livraison inaugure l'édition, présentera l'essentiel de ces travaux sous une forme accessible à tous les techniciens s'intéressant aux questions agricoles et aux planteurs du Congo belge.

L'Utilisation des Engrais au Congo belge

PAR

MARCEL V. HOMÈS,

Professeur à l'Université de Bruxelles,

Membre du Comité de Direction de l'INEAC.

Position du problème.

La question de l'utilisation des engrais au Congo belge fait partie d'un problème général plus vaste, celui du maintien de la fertilité des sols intertropicaux. Il serait erroné d'étudier en soi le problème de l'utilisation des engrais sans tenir compte de cette remarque préliminaire. En effet, il convient de rechercher l'origine de la diminution de fertilité qui s'observe en certains cas. Si, parmi les causes de cette diminution, existe le manque d'aliments minéraux, l'application des engrais peut être intéressante, mais il ne faut pas perdre de vue que cette application constitue un correctif parmi d'autres. En conséquence, les autres moyens de protection et de correction de la fertilité naturelle ne perdent pas pour cela de leur importance et la modalité d'application des engrais pourra s'en trouver affectée. A un autre point de vue, le problème de l'application des engrais au Congo présente deux aspects bien différents. Le premier est d'ordre général. C'est-à-dire que l'on devra être guidé par des principes qui sont d'application partout et qui peuvent être plus ou moins impérieux dans le cas particulier du Congo. Il faudra donc envisager d'une façon générale les principes qui régissent l'alimentation minérale des plantes. D'autre part, des questions d'ordre économique peuvent modifier complètement le problème de l'application des engrais au Congo (opportunité, conditions de rentabilité) et par là obliger le praticien à s'écarter en certains cas des principes généraux. La qualité et l'état des sols peuvent aussi avoir leur incidence sur les principes généraux. En terminant cet article nous reviendrons sur les éléments d'ordre

particulier qui caractérisent le problème des engrais au Congo belge. Mais nous tenons à insister sur le fait que la connaissance des principes généraux est en tout état de cause indispensable à guider l'application de cette technique, si l'on désire qu'elle soit judicieuse et qu'elle puisse logiquement conduire à des résultats valables, reproductibles et non susceptibles de dépendre trop étroitement des conditions particulières dans lesquelles les essais sont faits.

*

* *

Examinons donc en premier lieu d'une façon relativement générale mais cependant brève, le problème de la fertilité des sols congolais. Rappelons qu'une illusion s'est progressivement perdue : celle que se sont faite les premiers colons sur l'exubérance de la végétation naturelle et sur les conséquences que l'on pouvait en attendre sur l'importance des récoltes, une fois qu'à la végétation naturelle on substituerait des cultures. Il est inutile, pour un public averti, de revenir longuement sur le problème de cette exubérance de la végétation naturelle. Rappelons qu'elle caractérise essentiellement la végétation forestière ou la végétation des galeries forestières, celle qui fut connue des premiers explorateurs ou des premiers colons. On y trouve une végétation d'une densité et d'une richesse floristiques exceptionnelles, caractérisée notamment par l'existence de ces nombreuses strates de végétation qui vont depuis les plantes herbacées, en passant par les arbustes et les lianes, jusqu'aux arbres à haut développement qui caractérisent la forêt équatoriale.

Il n'est pas davantage nécessaire d'insister sur l'origine de ce qu'on pourrait appeler la désillusion en matière de fertilité des sols intertropicaux. Cette désillusion est consécutive au remplacement de la végétation naturelle par des cultures et, dans l'introduction de ces cultures, des pratiques diverses ont été utilisées ; certaines ont pu avoir une incidence plus marquée sur la fertilité naturelle.

Une végétation naturelle semblable à la forêt équatoriale s'établit très lentement. Les végétations se sont succédées au cours du temps et n'ont atteint que très progressivement la luxuriance que nous leur connaissons actuellement. Les plantes puisent dans le sol, par des processus divers, des éléments minéraux à l'aide desquels elles élaborent les substances organiques complexes qui les constituent. Chaque fois qu'une plante meurt, la matière organique qui la constitue se décompose et libère progressivement les éléments minéraux qu'elle contenait. Dans une végétation naturelle, cette libération se fait sur

place pendant que la végétation suivante continue à croître et qu'elle absorbe donc pour son propre compte une part des éléments minéraux du sol. Il en résulte l'accumulation progressive d'éléments facilement disponibles dans la couche de matières en décomposition à la surface du sol, ce qui constitue l'humus. Les végétations subséquentes auront donc à leur disposition à la fois la quantité d'éléments que le sol peut normalement fournir, plus la réserve qui provient des végétations antérieures décomposées. Grâce à l'augmentation de cette quantité d'éléments disponibles, la végétation naturelle peut prendre un développement de plus en plus grand jusqu'à ce qu'il se constitue une sorte d'équilibre que les botanistes appellent le « climax » et où les éléments biogènes restent en quantité approximativement constante. En effet, pendant que cette végétation s'établit et que les phénomènes naturels se traduisent par l'augmentation de la quantité de matières assimilables par les plantes, d'autres phénomènes en éliminent une partie sans qu'elle puisse être utilisée par la végétation. C'est, par exemple, l'action des eaux de pluie qui percolent dans le sol en entraînant une partie des éléments solubles et celle du ruissellement sur les sols en pente qui entraîne vers le fond des vallées les éléments dissous et les éléments fins du sol ou même certains constituants de l'humus. Entre ces deux actions inverses, celle qui enrichit le sol et celle qui l'appauvrit, un équilibre s'établit lorsque la végétation atteint l'état que l'on appelle le climax. La luxuriance de la végétation peut être à ce moment considérable et c'est notamment le cas dans la végétation de la forêt équatoriale. Toutefois il faut se rendre compte que l'image que nous avons en observant cette végétation naturelle est celle d'un état dans lequel aucune substance n'est enlevée du sol sans y retourner tôt ou tard par la décomposition. C'est un équilibre naturel et ce n'est pas la preuve que, dans ce même milieu, le sol puisse, en une brève période, produire des récoltes abondantes.

Lorsque l'homme introduit une végétation cultivée, il détruit tout d'abord la forêt par l'un des processus qui sont familiers aux planteurs et qui comportent tous l'abatage suivi ou non de l'incinération. Dans tous les cas, la destruction de la végétation naturelle a comme conséquence de libérer tous les éléments minéraux contenus dans la partie vivante des plantes et de les ajouter à l'humus naturel qui existait dans la forêt. La plantation dispose donc du stock d'aliments minéraux accumulé par de longues durées de végétation naturelle, le plus souvent des siècles, et il est bien naturel qu'elle puisse donner rapidement des productions considérables. Celles-ci correspondent en premier lieu à l'attente que l'on avait, mais elles ne se maintiennent guère lorsque la vie de la plantation se prolonge, surtout

s'il s'agit de plantes à court cycle, se succédant rapidement, par exemple les plantes vivrières.

Causes de la diminution progressive de fertilité des sols.

Par suite de l'établissement d'une plantation, deux ordres de phénomènes interviennent pour modifier la fertilité de l'endroit. En premier lieu, la plantation produit des matières destinées à être transportées vers les endroits d'usage ou d'utilisation. C'est là le principe de l'exportation, bien connu en agriculture. La matière exportée contient toujours un certain nombre de constituants minéraux qui proviennent en dernière analyse de ce stock naturel préalablement établi et ne sont plus que partiellement compensés par la quantité de substances que la plante cultivée puise elle-même directement dans le sol profond. L'exportation des produits de la récolte, ici comme partout ailleurs, se traduit par un appauvrissement minéral du sol qui constitue l'une des causes de la diminution de fertilité.

Il en est une autre, de nature très différente, et qui est souvent plus importante, par ses conséquences, que la première. C'est l'altération du sol naturel consécutivement à la technique de culture introduite. D'une façon générale, en effet, la culture se traduit par le fait que le sol est plus directement exposé à l'action des facteurs du climat qu'il ne l'était dans l'état naturel ; ainsi la radiation solaire qui n'atteint pratiquement pas de façon directe le sol de la forêt tropicale, frappe beaucoup plus aisément celui d'une plantation. D'autre part, les eaux de pluie (dont on connaît la violence en région équatoriale) n'arrivent au sol dans une forêt qu'après avoir été littéralement tamisées par les strates de végétation, ce qui leur enlève une grande partie de leur violence. En outre, ces eaux ne tombent plus sur un humus abondant comme dans la forêt où il joue en quelque sorte le rôle d'une éponge. Maintenant elles frappent directement un sol moins riche en humus, délavent le sol avec une intensité accrue, en enlèvent les éléments assimilables, et les font percoler vers le sous-sol profond ou ruisseler vers les vallées. Ajoutons, comme nous l'avons déjà dit, que le ruissellement peut même enlever une partie des éléments constitutifs du sol naturel, les plus fins, c'est-à-dire les plus utiles pour les végétaux. La variation de fertilité du sol s'explique donc par l'exportation de minéraux dans la récolte et par l'altération du sol consécutive à la culture.

Il serait vain de vouloir corriger la déficience de fertilité du milieu naturel en ne tenant compte que d'une seule de ces données. Nous verrons plus loin où se placent les possibilités qu'offre

l'application des engrais, mais il faut garder toujours présent à l'esprit le fait que le maintien de la fertilité devra combiner des techniques différentes destinées à pallier les deux difficultés que nous venons de mettre en évidence.

Les techniques visant à corriger l'insuffisance de la fertilité des sols équatoriaux.

Envisageons tout d'abord celles qui reposent sur la correction de l'altération du sol provoquée par la culture. Nous en citerons brièvement des exemples puisqu'elles ne font pas l'objet principal de cette note :

On limitera les effets néfastes du ruissellement et l'érosion du sol, dans les régions de montagnes où les pentes facilitent ces effets, par la plantation suivant les lignes de niveau, le buttage ou même l'établissement de terrasses. En conséquence, les courants de ruissellement sont brisés, les eaux de ruissellement se décantent sur chacune des terrasses. D'autre part, tant en région plane qu'en région montagneuse, on luttera contre l'exposition directe du sol à l'action de la radiation solaire ou à la violence des pluies par le maintien d'une couverture végétale ; l'on sait que cette couverture peut être obtenue par le recrû naturel périodiquement recépé ou par l'introduction de plantes spéciales établissant rapidement un couvert continu sur le sol. On peut même combiner la protection du sol à son enrichissement en choisissant une plante améliorante pour établir la couverture. Dans le même ordre d'idées, rappelons la technique du paillis qui exerce souvent un effet utile dû davantage à la protection qu'il assure qu'à l'apport de matières qu'il constitue en même temps. Cette protection maintient notamment dans le sol une certaine humidité en limitant l'évaporation de la surface.

A côté de ces procédés qui visent essentiellement à maintenir l'état physique du sol dans un état favorable à la végétation — c'est là le but réel de la protection du sol — il existe des techniques qui visent à rétablir la richesse en éléments assimilables. On peut ranger au nombre de ces techniques tous les procédés de fumure organique auxquels se rattache, par exemple, la technique du « mulch » ou la technique du « compostage ». On sait que le paillis et le compost peuvent être obtenus aux dépens de matières végétales provenant de la plantation même ou aux dépens de matières prélevées à une certaine distance. Dans les deux cas l'apport de fumure organique a des conséquences sur l'état physique du sol de la plantation, mais c'est seulement dans le second que l'on peut parler d'un réel enrichissement. Ces techniques ne sont pas sans intérêt et nous pouvons rappeler les

essais de production intensive de bananes dans la station de l'INEAC de Vuazi où un rendement intéressant a pu être maintenu depuis de nombreuses années par l'application systématique du compostage. On peut aussi rapprocher de cette technique générale l'emploi du tapis de radicelles préconisé par certains spécialistes et qui revient à prélever dans la forêt une partie de la matière végétale vivante ou en décomposition qui tapisse le sol; elle exercera à l'endroit où on la place un effet protecteur tout en apportant des éléments nutritifs. Ces techniques de fumure organique, dont il existe de nombreuses variantes étudiées en diverses stations de l'INEAC, présentent sans aucun doute un intérêt : elles visent essentiellement à économiser la matière végétale en utilisant sa décomposition dans les conditions les meilleures. Toutefois, il faut bien se rendre compte que la généralisation d'un compostage ou d'une technique de pailis sur de très grandes étendues est rendue fort difficile par la nécessité de se procurer au dehors la matière organique nécessaire. Pour rétablir à un niveau intéressant le stock de matières assimilables disponibles pour les plantes cultivées, il n'existe en fin de compte que deux techniques principales, celles de la jachère et l'application d'engrais minéraux. Rappelons que la jachère revient à permettre à la végétation naturelle d'exercer pendant un temps défini l'effet que nous avons analysé au début de cette étude, c'est-à-dire de puiser à une profondeur croissante dans le sol des éléments minéraux qui retournent progressivement à l'humus et seront finalement rendus disponibles, lors de la nouvelle mise en culture, par l'abatage de cette jachère si elle est forestière, ou par son labour si elle est herbacée. Cette technique est, en principe, parfaite dans ses conséquences. Elle présente toutefois deux difficultés principales : on ne peut attendre le développement d'une végétation naturelle qui rétablisse le sol dans les conditions qu'on avait rencontrées lors du premier abatage. Il faut bien limiter la durée de jachère indispensable à obtenir un effet suffisamment utile et cette durée est actuellement pour la jachère forestière assez longue. Nous n'avons donc pas encore une expérience satisfaisante bien longue en la matière et nous ne pouvons garantir que la répétition du processus un certain nombre de fois ne se traduira pas par une baisse de fertilité encore appréciable. Le second écueil réside en ce que la durée de la jachère rend indisponible pendant de nombreuses années les terres que l'on désire cultiver et que l'extension des plantations est donc considérablement accrue par la nécessité de maintenir à côté des surfaces en exploitation des surfaces en jachère qui sont parfois cinq ou six fois plus étendues. La technique de la jachère est donc biologiquement justifiée, mais économiquement elle ne constitue qu'un pis aller. Elle est d'ailleurs en opposition avec le principe même du progrès technique ou scientifique

car, en y recourant, l'homme renonce à améliorer la situation par ses propres moyens et laisse simplement les choses se rétablir naturellement. Une seule technique importante reste en dernière analyse pour rétablir la richesse minérale ou l'améliorer si l'état naturel est insuffisant, c'est l'application des engrais minéraux.

Les opinions en matière d'engrais minéraux.

Il n'existe point de controverse sur le fait que les plantes se nourrissent de substances minérales qu'elles puisent dans le sol ou dans l'atmosphère. On sait que les substances organiques, utiles par leur action sur les propriétés physiques du sol, ne sont pas directement utilisées comme aliments par les plantes supérieures. Mais sur l'application de substances chimiques, qualifiées engrais, les opinions diffèrent. On peut essentiellement les ramener à deux courants principaux. D'après les uns, l'application des engrais doit essentiellement constituer une restitution, c'est-à-dire tendre à remettre dans le sol les substances qui en ont été exportées par les récoltes. Suivant cette conception on déterminera essentiellement les engrais à introduire dans le sol d'après l'analyse chimique des plantes récoltées. Cette façon de voir comporte donc un aspect qualificatif et un aspect quantitatif. Ce dernier constitue le principal intérêt de la théorie de la restitution et c'est peut-être celui qu'il convient de discuter le plus sévèrement. En premier lieu, le principe de la restitution ne tient aucun compte des possibilités que le sol possède par lui-même de fournir des aliments minéraux à la culture, pendant une durée pratiquement indéfinie, sans que s'épuise de façon notable sa réserve naturelle. Cette réserve est d'ailleurs fort difficile à apprécier mais il est important de souligner que même un sol réputé pauvre peut posséder une réserve susceptible d'être exploitée pendant un temps pratiquement indéfini. D'autre part, le principe de la restitution néglige le fait que, pendant la culture, des phénomènes secondaires ont pu modifier la quantité d'éléments assimilables disponibles dans le sol. Ces facteurs sont d'une part la perte d'éléments assimilables par les phénomènes de percolation ou de ruissellement, perte qui ne se retrouve pas dans l'exportation, et d'autre part un facteur d'ordre inverse constitué par l'apport d'azote à partir de l'atmosphère grâce à l'intervention de certains microorganismes ou des pluies d'orage. Le bilan de ce que le sol a perdu pendant une végétation n'est donc pas donné par l'analyse de la matière exportée et le principe de la restitution basé sur cette exportation ne remet certainement pas le sol dans l'état où il se trouvait au début de la culture.

Il existe un autre courant d'idées en matière d'application

d'engrais : c'est qu'il faut réaliser dans le sol un milieu chimiquement favorable à la végétation. Cela ne veut pas dire qu'on doive y introduire les substances nécessaires à la vie dans des proportions identiques à celles où on les retrouve dans la matière végétale exportée. Dans cette seconde conception en matière d'engrais, l'élément quantitatif n'est pas formellement exprimé et pour la transposer sur le plan pratique il faut y introduire un élément supplémentaire. On y parvient en prenant en considération la récolte, non pour tenter de restituer tout ce qui a été enlevé, mais pour déterminer approximativement la quantité de substances à fournir au sol. Une fois la composition *qualitative* de la forme nutritive convenablement déterminée, la quantité d'engrais sera en principe *inférieure* à l'exportation et cela d'autant plus que le sol est plus riche naturellement. On tiendra donc compte, dans cette dernière conception, des propriétés et des qualités du sol. Nous touchons ici le premier argument qui prouve que la résolution du problème des engrais minéraux doit reposer à la fois sur une base *physiologique* destinée à déterminer le milieu le plus favorable et sur une base *pédologique* destinée à déterminer l'intervention du sol naturel dans la constitution de ce milieu.

Éléments pris en considération pour déterminer la composition des engrais appliqués.

Des raisonnements très différents ont été utilisés pour déterminer l'engrais à appliquer à une culture déterminée. Si l'on se base essentiellement sur le principe de la restitution qui rencontre encore la faveur de certains spécialistes, on tiendra compte de l'analyse de la récolte et de celle du sol. Par différence, on connaîtra les substances à ajouter sous forme d'engrais. Nous ne tenons pas compte ici du fait que l'analyse du sol est une chose encore fort sujette à discussion car cette critique est valable dans tous les aspects du problème. L'application de ce raisonnement conduit à établir que certains éléments chimiques sont particulièrement abondants dans la récolte et pauvres dans le sol, si bien que l'engrais appliqué sur cette base est bien souvent un engrais simple apportant au sol un ou quelques éléments biogènes seulement. C'est un engrais complémentaire. En théorie, c'est là le mode d'application le plus économique puisqu'il apporte seulement ce qui est le plus nécessaire mais il faut se garder d'attribuer à cette remarque une valeur trop grande. En effet, l'application d'un engrais qui serait mal utilisable ne serait pas rentable, même si cette substance chimique était la plus indispensable à la vie de la plante. On peut donc reprocher à ce mode de raisonnement de tenir compte des besoins de la plante sans tenir compte des conditions qui font la qualité d'un milieu nutritif.

Le second type de raisonnement utilisé pour déterminer l'engrais à appliquer est basé sur le diagnostic chimique. Le type de diagnostic le plus fréquemment utilisé est le *diagnostic foliaire*. Dans cette méthode, on détermine d'abord, par un nombre d'analyses suffisant, la composition *normale* de l'espèce végétale cultivée. Lorsqu'on veut améliorer une culture, on procède alors à l'analyse sur les mêmes bases et, par différence entre les données de cette analyse et les normes établies par les analyses préalables, on détermine quels sont les éléments qui risquent de se trouver en déficience ; ce sont ceux-là que l'on tentera d'ajouter au sol sous forme d'engrais. La différence essentielle avec le premier mode de détermination des besoins en engrais est que l'analyse est interprétée ici *par différence avec les normes*. Cela constitue, sans aucun doute, une amélioration notable. Peut-être peut-on objecter que le raisonnement repose sur la différence arithmétique pure et simple entre l'analyse réelle et les normes connues. Or, il semble bien que différents facteurs peuvent influencer la façon dont une plante puise dans le milieu nutritif les éléments qui s'y trouvent et qu'elle ne le fait pas uniquement au prorata de la concentration que ces éléments y présentent. En conséquence, il peut fort bien se faire qu'en augmentant la teneur du sol en un élément donné, on ne réalise pas les conditions qui en rendent plus facile l'absorption par la plante. Il faut encore dire que la notion de norme est une notion assez arbitraire et que nous ignorons presque tout des possibilités de substitution des éléments chimiques entre eux à l'intérieur de la plante, possibilités susceptibles de se réaliser sans que la plante puisse être considérée comme anormale. Résumons cependant cette façon de déterminer les besoins en engrais en disant qu'elle représente une intéressante tentative d'interpréter la composition de la plante comme un signe de son état. Notons encore que, tout comme le premier mode de raisonnement, ce dernier se traduit par l'application d'engrais simples ou peu complexes n'apportant au sol que les éléments supposés manquants, c'est-à-dire un ou quelques éléments chimiques seulement.

Il existe une troisième façon de raisonner pour déterminer les besoins en engrais d'une culture : c'est la recherche du milieu nutritif convenant le mieux aux exigences particulières de la plante, quitte à voir ensuite comment ce milieu peut être réalisé dans le sol. La recherche du milieu optimum se fait en l'absence du complexe que constitue la terre, par la culture des végétaux en conditions artificielles simplifiées, par exemple dans du sable très pur ou même en milieu liquide. La suite du raisonnement repose sur l'idée que les substances ajoutées au sol sous forme d'engrais chimiques sont d'une disponibi-

lité tellement plus grande que les éléments lentement libérés du sol, que ces derniers n'interfèrent pratiquement pas avec le milieu artificiel constitué par les engrais en n'en modifiant par conséquent guère la valeur. La validité de ce raisonnement sera discutée plus loin. Ce raisonnement conduit à l'application d'engrais composés, puisque l'engrais doit à lui seul, constituer le milieu nutritif.

Dans cette façon de voir, le point de vue dominant est un point de vue physiologique : on cherche à déterminer l'ensemble des exigences alimentaires d'une plante cultivée par une expérience adéquate. Dans la manière de comprendre ce milieu optimum, différentes opinions se sont fait jour.

La recherche du milieu nutritif optimum pour la culture.

La notion d'un milieu nutritif optimum est le résultat de la recherche physiologique en matière d'alimentation minérale des plantes depuis un peu plus d'un siècle. Il nous est évidemment impossible de tracer l'évolution des idées en la matière dans l'espace qui nous est réservé ici. Contentons-nous de dire que, d'une façon générale, on est arrivé à attacher beaucoup d'importance aux proportions existant entre les éléments chimiques utilisés par la plante comme aliments plutôt qu'à la concentration absolue de ces substances. Il sera évidemment nécessaire de fixer la quantité de matières minérales suffisantes à assurer une bonne récolte. Mais, pour une même quantité d'un élément comme l'azote, les plantes pourront élaborer les matières qui les constituent et qui nous intéressent à une vitesse d'autant plus grande qu'il existe entre tous les éléments constitutifs du milieu des proportions harmonieuses. Cette notion se rapproche d'ailleurs de celles qui existent pour les régimes alimentaires des animaux ou de l'homme. Mais, si le principe est relativement facile à admettre, la recherche des proportions les meilleures, présente de grandes difficultés. En effet, les plantes requièrent pour vivre un grand nombre d'éléments chimiques différents et la réalisation systématique de toutes les proportions possibles afin de comparer la valeur des régimes alimentaires qui en résultent, est pratiquement illimitée. Devant cette difficulté matérielle considérable, les agronomes ont tenté d'avancer la résolution du problème en s'occupant des proportions à respecter entre les aliments les plus importants au point de vue quantitatif. C'est ainsi que, depuis un bon nombre d'années, s'est introduite la notion qu'il faut respecter dans la fumure minérale des plantes, des proportions bien définies entre les éléments azote (N), phosphore (P) et potassium (K). On dit couramment qu'il faut respecter dans un engrais, l'équilibre N-P-K. Comme il est bien certain qu'un engrais

destiné à constituer un milieu optimum pour la vie ne peut pas être constitué uniquement des éléments N, P et K, on le complète le plus généralement par une dose uniforme et constante des autres éléments nécessaires. Cette précaution est tout à fait indispensable lorsqu'on travaille dans des conditions d'expériences sur du sable ou en milieu liquide et certains praticiens l'étendent à la réalisation des engrais eux-mêmes en formant donc ce qu'on appelle des engrais complets dans lesquels les éléments N, P et K sont en proportions définies par l'expérience et les autres en une quantité estimée de façon plus approximative. Notons encore que certains spécialistes estiment que les sols normaux fournissent en quantité suffisante les éléments autres que N, P et K et qu'il est superflu d'en ajouter sous forme d'engrais. C'est ainsi qu'on a vu se répandre certains engrais composés, à haut titre en N, P et K mais ne contenant strictement que ces trois éléments biogènes. Nous verrons plus loin dans quelle mesure une telle conception est légitime mais nous voulons souligner ici que dans tous ces engrais la notion d'équilibre ou de proportions harmonieuses est limitée aux trois éléments biogènes N, P et K. Or, malgré les présomptions favorables qui règnent à l'égard de cette conception actuellement fort généralisée dans la pratique, on trouve formulée, dans des ouvrages réellement classiques, une opinion qui à nos yeux est d'une importance capitale et qui se résume comme ceci : la notion d'un équilibre entre les trois éléments azote, phosphore et potassium est totalement dépourvue de sens physiologique. On ne peut donner aucune explication physiologique satisfaisante de la nécessité de respecter de telles proportions. En dépit de cette opinion, la difficulté matérielle d'étendre la notion d'équilibre à de plus nombreux éléments et surtout le respect d'une tradition fortement introduite en la matière, ont poussé, tant les agronomes que les producteurs d'engrais composés, à ne s'intéresser qu'aux proportions des trois éléments N, P et K dans les engrais. Le danger de cette conception réside en ce que la base de la recherche n'étant pas explicative et n'étant pas en rapport avec les besoins physiologiques des plantes, il y a grand risque que les engrais composés de cette forme ne soient efficaces que par pur hasard. Lorsque ces engrais subissent des influences extérieures dont nous parlerons plus loin, ces influences rendent l'effet de tels engrais inégal, suivant les conditions du sol, du climat et de la culture.

A cette conception classique, nous avons cru pouvoir en substituer une autre qui vise à déterminer l'équilibre à respecter entre tous les constituants alimentaires du milieu minéral.

Nous avons cru pouvoir aborder ce problème, considéré comme pratiquement inattaquable en raison du nombre de combinaisons

expérimentales à réaliser, en recherchant en même temps une base explicative à la notion des équilibres. Ceci en effet devait donner à la recherche un fil conducteur qui rendrait superflue l'étude systématique et empirique de tous les mélanges possibles et rendait par conséquent le problème lui-même accessible à l'expérience. Disons essentiellement que, dans cette conception, l'équilibre s'explique par le fait que des proportions doivent être respectées entre ceux des éléments minéraux qui participent à la construction des molécules organiques caractéristiques de la plante (éléments constructeurs) et d'autre part qu'un équilibre devait être respecté entre éléments métalliques présents dans le sol aussi bien que dans le milieu alimentaire artificiel sous forme d'ions positifs ou cations. L'explication des proportions à respecter entre les premiers éléments repose essentiellement sur l'application de lois chimiques et de phénomènes physiques qui établissent un équilibre entre la concentration qu'un corps présente dans le milieu alimentaire et la concentration sous forme combinée qui existe à l'intérieur de la plante. La notion d'un équilibre entre les bases est plus difficile à justifier et nous avons cru pouvoir la rattacher aux phénomènes connus sous le nom d'*antagonisme*. Ces phénomènes consistent essentiellement en ce que des substances toxiques à l'état pur voient leur toxicité diminuer les unes par les autres lorsqu'elles se trouvent en mélanges. Or le milieu nutritif étant un très grand complexe, le caractère normal des plantes qui vivent dans la nature devrait être rattaché au fait que dans ce milieu naturel, les toxicités respectives de tous les éléments du milieu s'atténuent l'une l'autre par le phénomène de l'antagonisme et finissent par réaliser un milieu optimum. Le but de la culture en conditions artificielles ou de l'application des engrais étant comme nous l'avons dit de réaliser un milieu optimum pour le développement de la plante, il faudrait donc rechercher les proportions à respecter entre les éléments chimiques sur la base même de ce phénomène d'antagonisme.

Si cette partie de l'exposé paraît fort abstraite nous pouvons fort heureusement la résumer en disant que cette conception conduit à la nécessité de respecter d'une part les proportions entre l'azote, le soufre et le phosphore et d'autre part celles à respecter entre le potassium, le calcium et la magnésie. Nous laissons de côté pour le moment la question des éléments oligodynamiques dont l'application entre dans cette même conception mais dont nous réservons l'exposé détaillé pour une autre circonstance. L'application de ces principes théoriques à la recherche d'un équilibre optimum entre six éléments à la fois, se traduit par une simplification considérable de l'expérimentation. Il devient ainsi possible d'expérimenter sur un assez grand

nombre de plantes et rechercher pour chacune d'elles la formule la meilleure.

Des expériences déjà nombreuses ont été conduites, tant à l'INEAC que dans le Laboratoire du Centre de Recherches, annexe à l'Université de Bruxelles et il a été possible d'établir la formule optimum de plusieurs plantes. Il reste un problème essentiel : celui du sort d'un engrais appliqué dans le sol.

Influence relative du sol et de l'engrais sur le développement des végétaux.

La question de cette influence se pose pour tous les engrais, quelle que soit la façon dont on en détermine la composition. Mais il ne se pose pas toujours de la même manière. Par exemple, nous avons vu que l'usage de la méthode de diagnostic chimique conduit à appliquer dans le sol des engrais complémentaires. Il semble légitime d'attendre que la substance chimique appliquée dans ce cas, vienne donc dans une certaine mesure corriger le sol. Mais si cet engrais est beaucoup plus accessible à la plante que les substances assimilables libérées par le sol, tout se passe comme si on donnait à la plante un milieu nutritif où l'élément apporté sous forme d'engrais dominait temporairement dans des proportions très élevées. Or, nous avons vu que les proportions à respecter entre les éléments constitutifs d'un milieu nutritif doivent être assez précises. Il y a donc grand risque, par l'adjonction de cet engrais simple, de donner à la plante un milieu déséquilibré. Lorsqu'on fournit au sol un engrais composé, le risque est moindre car si les substances apportées sous forme d'engrais sont plus directement assimilables que les substances provenant du sol ; on donne déjà à la plante un milieu complet et l'interférence provenant des éléments du sol est moins marquée. Cela n'est bien entendu vrai que si le sol *n'est pas exceptionnellement riche en un élément assimilable quelconque*. Dans un tel cas, en effet, l'élément en question s'ajouterait dans des proportions non négligeables au milieu artificiel créé par l'engrais et viendrait en changer les proportions. On peut donc dire qu'un engrais composé est moins sujet à être influencé dans sa valeur par les substances que peut fournir le sol, qu'un engrais simple. C'est pourquoi nous pensons qu'il faut leur accorder la préférence.

Cela veut-il dire que les éléments provenant du sol ne sont pas utilisés par la plante et qu'elle vit uniquement des substances fournies sous forme d'engrais ? Le problème est important car, s'il en était ainsi, la culture en terre se ramènerait à la culture dans un substrat sans valeur alimentaire ce qui ne paraît pas économique. Heureuse-

ment, l'expérience montre qu'il n'en est rien et que les quantités totales d'éléments chimiques trouvés dans la plante sont plus élevées que celles qu'on fournit sous forme d'engrais. Il est donc certain que le sol continue à fournir des éléments assimilables. Mais ceux-ci n'atteignent en aucun instant une concentration importante devant la quantité d'engrais disponible et, pour cette raison, n'en modifient pas de façon importante les proportions constitutives. Le jour où les méthodes d'analyse seront à même de nous renseigner sur la quantité d'éléments libérés par le sol sous l'influence des différents agents physiques et biologiques au cours d'une période donnée, nous pourrons en tenir compte pour corriger l'engrais en fonction du sol. Dans les cas où la mesure des bases échangeables, par exemple, donne des chiffres très élevés, on doit s'attendre à ce que le sol influence la composition chimique de la formule nutritive apportée sous forme d'engrais et peut-être dans ce cas conviendrait-il de la changer. Il n'est même pas exclu que, dans un sol très riche, le recours à un engrais composé mais incomplet puisse se justifier dans des cas exceptionnels. Mais il est certain que, dans les sols assez pauvres, il n'en est pas de même. Le sol influence principalement l'efficacité d'un engrais par ces propriétés physiques. En résumé, dans l'application des engrais en sol pauvre, il semble qu'on doive donner la préférence à l'application généralisée des engrais composés et surtout de ceux qui sont conçus sur le principe de l'équilibre complet. Jusqu'ici nous avons fourni des données de caractère théorique ou spéculatif. Nous allons, dans une dernière partie de cette étude esquisser la façon dont les études sont poursuivies à l'INEAC ainsi qu'au Centre de Recherches annexé à l'Université de Bruxelles et montrer jusqu'à quel point les idées théoriques se trouvent effectivement confirmées.

Le cas particulier des sols congolais et les recherches de l'INEAC.

Les sols de la Cuvette congolaise utilisables pour les plantations sont d'une façon générale extrêmement pauvres. Cette pauvreté est révélée par les méthodes d'analyse pédologique et elle se trouve confirmée par la baisse rapide des rendements dont nous avons parlé au début de cette étude. Ceci d'ailleurs est de nature à donner confiance dans la donnée pédologique. Puisqu'il s'agit de sols pauvres, on doit s'attendre à ce que l'application d'engrais simples ne soit que rarement efficace. Certes il peut arriver que l'application à forte dose d'un engrais simple ait eu un effet intéressant sur l'une ou l'autre culture et c'est à cela que l'on doit attribuer les résultats de certains essais sur les phosphates. Malheureusement, le rapport entre la quantité d'engrais fournis et l'augmentation de récolte qui peut en résulter,

est loin d'être dans l'ensemble satisfaisant et de toute façon les données acquises en un endroit ne sont pas toujours valables en d'autres régions du Congo ou à d'autres cultures. On risque de retomber là dans la recherche essentiellement empirique où l'effet de formules d'engrais choisies de façon plus ou moins arbitraire peut éventuellement manifester des effets, mais des effets dont l'explication nous est inconnue. L'INEAC continue cependant, comme il se doit, des expériences dans lesquelles des engrais sont appliqués sur la base d'arguments entrant dans l'une des catégories examinées ci-dessus. C'est ainsi qu'on applique des engrais simples, dont la nécessité est supposée sur la base de signes pathologiques interprétés comme manifestant des carences. Ces essais doivent certes se continuer aussi longtemps qu'une solution définitive ne sera pas trouvée, mais on ne peut guère s'attendre à ce qu'ils donnent la clé du problème car ils devront être infiniment variés et répétés suivant les conditions locales et les conditions de temps. D'autre part, l'INEAC est entré dans la voie de la recherche des engrais composés destinés à créer dans le sol un milieu favorable. Dans cet ordre d'idées, on peut signaler les essais réalisés sur des engrais complets dont l'établissement détermine uniquement la valeur de l'équilibre N-P-K et des résultats intéressants ont été effectivement obtenus dans ce sens sur le Pyrèthre. On doit même signaler comme particulièrement intéressant le fait que les engrais les plus efficaces, c'est-à-dire ceux dont l'application a permis d'obtenir les meilleurs rendements, sont aussi ceux qui ont produit les plantes les plus saines et nous voyons là un argument en faveur du fait que l'engrais le meilleur est celui où la toxicité des substances excédentaires est le mieux balancée par un équilibre favorable. Mais nous avons déjà dit le danger de la recherche des engrais sur la base de l'équilibre N-P-K seul et nous ne devons pas revenir sur ce fait. Si donc des résultats intéressants ont été acquis et s'ils sont en mesure de donner ainsi satisfaction aux partisans de la réalisation plus facile des engrais composés définis uniquement par la valeur de leur équilibre N-P-K, nous considérons qu'il est nécessaire d'étudier en même temps la détermination des besoins en engrais sur une base plus large pour en permettre une généralisation plus légitime. C'est ce qui a été entrepris à la Division de Physiologie de Yangambi, en premier lieu sur le Palmier à huile et depuis lors sur le Caféier et le Cacaoyer. Seuls les premiers résultats relatifs au Palmier à huile ont déjà été publiés dans les rapports de l'INEAC. Ils montrent que des formules se sont trouvées effectivement favorables et ils mettent surtout en évidence deux points importants : en premier lieu, *un engrais mal équilibré est parfois plus défavorable au développement de la plante que l'absence totale d'engrais*. Ceci montre bien que c'est l'engrais

qui détermine au premier chef les qualités du milieu nutritif dans une culture. D'autre part, parmi les formules essayées, on peut dire que des formules caractérisées par une même valeur de l'équilibre N-P-K, ont eu des effets très différents ou des formules caractérisées par des valeurs très différentes de l'équilibre N-P-K ont eu des effets très voisins. Elles confirment donc le fait que la découverte d'un engrais efficace défini uniquement par la valeur de l'équilibre N-P-K est un hasard inexplicable, non reproductible de l'expérience et que la définition d'un engrais par l'équilibre N-P-K est insuffisante et partant dangereuse.

Les essais de l'INEAC ont montré une autre conséquence importante. Différentes formules équilibrées ont été comparées entre elles dans leur action sur différents sols de la région de Yangambi. Trois sols ont été utilisés et, chacun d'eux étant pris comme témoin, quatre formules d'engrais ont été comparées dans chacun de ces sols. Il est résulté de cette expérience la preuve que, en dépit des qualités physiques très variables d'un type de sol à l'autre, les engrais appliqués ont tous exercé une action favorable, et l'ordre de valeur des formules s'est trouvé partout le même. Dans les sols de la région, les différences d'un type de sol à l'autre ne modifient donc pas de façon importante la valeur alimentaire de l'engrais apporté et la meilleure formule reste la meilleure, la plus mauvaise reste la plus mauvaise.

Nous pouvons résumer l'essentiel de cette étude en disant que les perspectives d'avenir en matière d'application d'engrais au Congo sont intéressantes si l'on veut entrer délibérément dans la voie de l'application des engrais composés et si la recherche de la formule constitutive de ces engrais composés est basée sur le principe des équilibres complets que nous avons esquissés sommairement ci-dessus. L'INEAC est entré délibérément dans cette recherche et, une fois ces formules d'engrais trouvées, la technique de leur application doit être considérée comme l'une des techniques d'amélioration de la fertilité que nous avons mentionnées au début de cette étude. Rappelons que lorsque nous posséderons les données pédologiques précises, susceptibles de déterminer dans quelles mesures le sol remplacera la formule de l'engrais, nous en tiendrons compte pour lui conserver son caractère optimum. Dans l'attente de cette méthode idéale, une expérimentation agricole très simple est possible sur la base de la conception esquissée plus haut et elle peut être appliquée avec facilité à l'échelle agronomique. Telles sont actuellement les perspectives qui s'offrent à nous dans l'application des engrais chimiques au Congo. Nous estimons qu'elles sont favorables et que l'INEAC est entré dans la meilleure voie pour en aborder la résolution.

La sélection des plantes vivrières à Yangambi.

Le Riz et le Manioc

PAR

la DIVISION DES PLANTES VIVRIERES DE L'INEAC.

A YANGAMBI

La sélection des plantes vivrières à Yangambi débuta en 1932. Le programme embrassait l'amélioration de toute espèce végétale susceptible d'entrer dans le complexe alimentaire de l'indigène. En fait, l'activité fut principalement absorbée par le bananier, l'arachide, le maïs, le manioc et surtout le riz.

Sous réserve de variantes imposées par les caractéristiques spécifiques, les sélections des diverses plantes alimentaires parcoururent les étapes du schéma suivant :

- Epuration des populations locales, par sélection massale d'abord, par sélection généalogique ensuite : l'acclimatation acquise de plus ou moins longue date conférait à ce matériel une valeur toute particulière ;
- Introduction du matériel étranger plus perfectionné : essais d'acclimatement et de rendement ;
- Sélection généalogique parmi les descendance des croisements exécutés entre les variétés d'origine locale et les meilleures introductions : en effet, celles-ci malgré certaines qualités excellentes, manquaient souvent de rusticité dans les conditions locales.

Les principes classiques de sélection furent adaptés aux conditions et exigences particulières par des aménagements successifs qui suivirent de près l'évolution des méthodes culturales et les modifications apportées aux dispositifs et méthodes des essais comparatifs variétaux.

Enfin, le souci de ne pas exagérer l'épuration des sélections tint compte de quelques simplifications des schémas classiques. C'est ainsi qu'en l'absence d'un service d'adaptation locale complet, on pouvait craindre que les variétés pures, trop spécialisées, ne soient pas en mesure de s'adapter aux changements de milieu ; ce qui limiterait abusivement l'aire d'influence d'une station de sélection. Aussi, la Division des Plantes vivrières s'efforça-t-elle de créer des variétés dites « épurées » qui, sans posséder un patrimoine génétique constant, manifestent néanmoins une uniformité suffisante des caractères agronomiques, commerciaux et industriels. A cet effet, la sélection généalogique est arrêtée à la cinquième génération et, au cours des stades ultérieurs, les plantes hors-type qui apparaissent sont éliminées par « roguing » successifs pour aboutir à la constitution de « lots homogènes ». Le cycle se termine à la dixième génération par un essai comparatif définitif, dans les conditions normales de la grande culture. Cette méthode de sélection est expéditive pour deux raisons :

- 1) Elimination sévère dès le début ;
- 2) Arrêt des isolements de souches avant l'obtention de lignées pures.

Ajoutons que, depuis 1947, la rapidité des travaux s'est encore accrue dans de notables proportions. Les parcelles irriguées du ravin de la M'Bole, mises en culture toute l'année, permettent d'obtenir jusqu'à cinq générations de riz en deux ans.

Dans la présente note, nous nous limiterons à développer deux exemples typiques : riz et manioc, dont les techniques de sélection sont assez différentes l'une de l'autre. Mais auparavant, nous voudrions souligner quelque peu l'intérêt et l'importance que revêt l'introduction de variétés étrangères. Le Congo belge et, particulièrement, la zone forestière centrale est originellement pauvre en types et variétés de plantes cultivées. A l'exception de l'igname, presque toutes les plantes alimentaires présentes actuellement dans cette aire, n'ont pas leur centre d'origine et de dispersion en Afrique et, de plus, l'introduction de leur culture sur ce continent date d'une époque relativement peu éloignée.

Devant la nécessité de créer de toutes pièces une agriculture rationnelle, la recherche du matériel adéquat s'opère en deux phases bien distinctes. Tout d'abord, prospection systématique des variétés locales cultivées dans la région : une sélection massale fournira le plus souvent un matériel qui, à côté de certaines qualités végétatives telles

que rusticité, durée de végétation utile, etc., répondra peu aux autres exigences de la grande culture et du commerce ; ensuite, le recours aux introductions d'origines diverses et parfois lointaines permettra, seul, de pallier ces carences. Ici, ce n'est qu'exceptionnellement qu'un type nouveau peut, grâce à une acclimatation immédiate, surpasser à tous points de vue le matériel existant ; le plus souvent, les types améliorés s'obtiendront par le truchement de croisements entre variétés locales et variétés étrangères.

Par après, l'utilité des introductions ne fait que croître. A mesure que les exigences commerciales se précisent et que des besoins plus étroits s'affirment, la sélection doit faire appel à un matériel étranger aux qualités plus fines, aux propriétés agronomiques plus spécialisées. En bref, de tels problèmes surgissent dans les cas suivants :

1) Recherche d'un matériel qui réponde aux conditions imposées par la normalisation commerciale ou industrielle des produits agricoles :

2) Recherche de souches résistantes à une maladie qui, soit par son développement normal, soit par un stade de virulence accrue, menace les cultures et risque de léser de nombreux intérêts ;

3) Recherche de variétés destinées à la mise en valeur d'une région ou d'un milieu nouveau dont l'exploitation exige un matériel végétal susceptible de satisfaire à des conditions culturales bien définies ;

4) Enfin, après installation des cultures de base, propagation d'espèces susceptibles de répondre à des besoins plus variés, ou douées d'une plus grande valeur nutritive.

La Division des Plantes vivrières a, depuis sa fondation, fait un large appel aux introductions extérieures ; elles se sont réalisées grâce aux expéditions des pays étrangers parmi lesquels on peut citer en ordre principal : le Brésil, l'Indonésie, les Etats-Unis, les Indes, le Kenya, le Japon, l'A. E. F. et l'Afrique du Sud.

Dès maintenant, sauf pour le bananier, le « sang étranger » influence plus les élites livrées à la grande multiplication en milieu indigène que ne le font les apports locaux. A l'avenir, cette influence s'accroîtra encore et offrira à notre matériel d'immenses possibilités de perfectionnement.

§ 1. LE RIZ (*Oryza sativa*).

La sélection du riz occupa toujours une place prédominante dans l'activité de la Division. Au Congo belge, la culture du riz de montagne revêt une grande importance pour l'alimentation des autochtones et joue aussi un rôle économique indéniable. Aussi, l'INEAC s'est-il attaché particulièrement à l'amélioration aussi bien du rendement que de la qualité des variétés cultivées au Congo et qui laissaient fort à désirer.

Dès 1933, une collection de populations locales est constituée et les deux méthodes, sélection massale et sélection généalogique, leur sont appliquées conjointement. Bientôt, les expérimentateurs sont conscients du temps très long nécessaire à l'obtention d'une amélioration substantielle des qualités du riz congolais et des faibles probabilités de rencontrer parmi le matériel local des types de grande valeur. Dès lors, des essais de culture de variétés étrangères sont entrepris : le premier portait sur la variété « Vary Lava » de Madagascar, encore connue de nos jours comme riz de luxe. L'échec fut complet.

D'autres essais aboutirent à la conclusion que les riz étrangers ne s'adaptaient pas convenablement aux conditions climatiques locales. Si certains d'entre eux montraient des qualités intéressantes quant aux caractères du grain (longueur, poids élevé, vitrosité prononcée), aucun n'était stable dans ses rendements. Depuis lors, cette constatation a été confirmée et l'idée de découvrir une variété d'origine étrangère, convenant telle quelle à la riziculture autochtone, a donc été abandonnée.

Entretemps, les populations locales améliorées par sélection massale répétée témoignaient d'un progrès notable mais insuffisant. C'est pourquoi, il a été nécessaire d'envisager leur amélioration par des croisements avec diverses variétés étrangères susceptibles de leur conférer des qualités qui leur faisaient défaut. Actuellement, les hybridations se poursuivent à partir de lignées issues de croisements antérieurs et d'introductions plus récentes.

Avant d'entreprendre l'exposé de la sélection proprement dite, examinons les indices auxquels elle se réfère actuellement ainsi que la technique d'hybridation utilisée.

Critères de sélection.

Les qualités et caractères exigés du riz sélectionné à la Division n'ont pratiquement pas varié au cours du temps. Des caractéristiques

nouvelles répondant aux connaissances acquises par l'expérience se sont ajoutées, mais aucun critère de base n'a été supprimé ni modifié.

Les défauts industriels attribués au riz du Congo sont les suivants :

1) Les lots à traiter, trop hétérogènes, donnent des soucis constants de réglage des machines ;

2) Dans un même lot, la disparité des graines entraîne des diminutions sensibles de rendement à l'usinage ;

3) Un séchage et un stockage souvent défectueux sont responsables d'une proportion trop élevée de graines pourries ou brisées.

Si la sélection peut améliorer les qualités intrinsèques d'un produit, en l'occurrence la granulométrie du paddy, son action peut souvent être annihilée par une mauvaise application des traitements postérieurs à la récolte.

Par ailleurs, les qualités culinaires d'un riz le ferait préférer par le consommateur dont l'engouement guidera le commerçant. Enfin, l'étude et la connaissance des conditions écologiques et du milieu cultural propres à la zone forestière congolaise centrale permettront d'acquérir une définition sans cesse plus précise des critères agronomiques. L'ampleur et la complexité du problème de la sélection du riz au Congo ressortiront de l'énumération des critères de sélection que voici :

A. QUALITES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES :

Elles intéressent uniquement le caryopse dont les caractéristiques tendront vers les valeurs suivantes : longueur des grains au moins égale à 9 mm ; rapport longueur largeur supérieur à 3 ; rapport largeur, épaisseur voisin de l'unité ; poids moyen élevé ; cassure de vitrosité supérieure à 8 ; haut rendement à l'usinage ; riz usiné blanc.

Enfin, parmi les indices de moindre importance, on recherche des glumelles dépourvues d'arêtes et de préférence de couleur claire.

B. QUALITES CULINAIRES :

Les valeurs prises en considération à cet égard sont les suivantes :

— Coefficient de cuisson : les riz à cuisson longue sont les meilleurs ;

- Capacité d'imbibition et gonflement : aussi élevés que possible ;
- Résistance à l'écrasement du riz cuit : le riz doit rester ferme.

C. QUALITES AGRONOMIQUES :

Elles concernent les panicules, les chaumes, l'enracinement, la rusticité et la durée des cycles végétatifs.

1. — *Panicules* : longueur : 20 à 25 cm ; densité : 10 graines/cm ; peu de fleurs avortées ; présence de 200 à 250 grains remplis par panicule ; faible égrenage spontané (maximum 5 %) ; port dressé.

2. — *Chaumes* : En culture sèche : tiges courtes de 50 à 60 cm. En culture naturellement inondable : tiges longues afin d'éviter la submersion des panicules en cas de crue subite. En toute situation : résistance à la verse ; tallage abondant.

3. — *Enracinement* : puissant et largement étalé. Un tel enracinement favorise la capacité d'absorption, la résistance à la sécheresse et assure une meilleure exploitation du sol.

4. — *Rusticité* : résistance aux maladies cryptogamiques ; bonne réaction à la sécheresse ; stabilité des rendements.

5. — *Plasticité* : adaptation à une aire étendue.

6. — *Cycle végétatif* : En régions cotonnières : variétés hâtives (3 mois) ; culture du riz avant coton. En culture sèche de région équatoriale congolaise : riz tardif (6 mois) ; ces variétés sont généralement plus productives.

Seule une collection très étendue de variétés, très différentes aux points de vue agronomique, commercial et industriel, nous permettra d'établir des programmes de croisements cumulatifs d'où l'idéal pourra surgir.

Technique de l'hybridation.

Des observations réalisées de 1933 à 1937 indiquaient un taux de vicinisme assez faible : le taux d'allogamie observé à une distance de 40 cm était de $\pm 0,4$ %. Le riz peut donc être considéré comme pratiquement autogame. La technique de castration, appliquée à la Division, évolua au cours du temps. D'abord, on pratiqua la méthode dite classique, dans laquelle les anthères des fleurs que l'on souhaite féconder avec du pollen étranger sont enlevées mécaniquement au

moyen de pinces : méthode longue et peu pratique. L'emploi d'une pompe à vide pour l'aspiration des anthères n'augmenta ni le taux de réussite, ni la vitesse de l'opération.

Dès 1939, les possibilités de la méthode de JODON furent éprouvées. Elle s'inspire du principe suivant : sous l'influence de l'eau chaude, l'ouverture des fleurs est accélérée et la vitalité des grains de pollen annihilée.

Avant tout, il s'agissait de trouver la température limite qui épargne les organes femelles tout en tuant le pollen. Les précisions suivantes furent obtenues :

1) La température la plus favorable est de 44° C ; une température de 45° C stérilise le gynécée ;

2) La durée d'immersion optimum oscille entre 8 à 10 minutes ; le nombre de fleurs ouvertes croît rapidement après 4 minutes d'immersion ;

3) Les moments les plus favorables sont situés entre 10 h 30 et 12 heures.

Le taux de réussite, faible au début des essais (9 %), atteint 40 % après les mises au point.

L'appareil employé est formé d'un cylindre à double paroi.

La panicule est introduite dans le cylindre central que l'on remplit d'eau à 44° C ; l'eau contenue dans la chemise est légèrement plus chaude. Actuellement, les travaux d'hybridation se succèdent de la manière suivante :

1) Repérage, le matin, des panicules mûres pour l'hybridation ;

2) Avant émasculation, enlèvement des fleurs ouvertes ou de celles dont les étamines sont trop développées ;

3) Immersion dans l'eau chaude de la panicule pendant dix minutes ;

4) Lors du retrait de la panicule hors de l'appareil, enlèvement de toutes les fleurs non ouvertes ;

5) Pollinisation : une panicule du partenaire mâle destinée à fournir le pollen est placée ensuite dans le même sachet que l'inflorescence femelle demeurée sur la plante que l'on doit féconder.

Actuellement, deux modalités susceptibles d'améliorer cette technique sont mises à l'essai. L'une concerne l'émasculation qui pourrait

sans doute s'effectuer par immersion dans l'eau contenue dans des thermos à larges goulots. L'autre tend à améliorer le taux de réussite à la pollinisation ; dans cette éventualité, on saupoudrerait les fleurs émasculées de pollen préalablement récolté sur les panicules mâles. Il est trop tôt pour se prononcer sur les améliorations probables du taux de réussite.

Méthode de sélection.

Le souci de gain de temps et de surface, autant que la nécessité d'adaptation à nos conditions particulières de milieu, incitent à modifier le schéma général considéré comme classique pour les plantes annuelles autogames.

La grande hétérogénéité des sols forestiers équatoriaux après défrichement rend illusoire la possibilité d'apprécier le potentiel productif d'une lignée à partir d'un nombre restreint de pieds. Dès lors, les seuls critères d'élimination notables en deuxième descendance d'hybrides F_2 seront des caractères qualitatifs tels que longueur et forme des grains, vitrosité, couleur des glumelles, qui sont très peu influencés par les conditions culturales. Aussi, les graines de F_2 ne sont-elles pas semées isolément comme il serait normal de le faire : chaque poquet reçoit 7 graines et, à la récolte, le premier choix consiste en fait en un tri de panicules répondant aux qualités industrielles et commerciales recherchées.

Pendant les troisième, quatrième et cinquième générations (F_3 , F_4 , F_5), on repart chaque fois d'une panicule. Les critères d'élimination sont aussi qualitatifs. Cependant, la troisième génération, de préférence, est semée en conditions normales de culture afin d'éliminer rapidement les souches qui n'ont aucune propension à s'adapter. Cette technique se justifie par le grand nombre d'hybridations contrôlées. Ce n'est qu'en sixième génération qu'un essai comparatif de rendement et d'interprétation se fait par la méthode PAPADAKIS : on sème par lignée le maximum de répétitions de lignes de 25 mètres ; l'écartement observé est de 0,20 m dans la ligne et 0,60 m entre les lignes. Le matériel qui a montré une nette supériorité lors de cette épreuve de rendement est seul reproduit en parcelles de multiplication pure pendant les septième, huitième et neuvième générations (F_7 , F_8 , F_9) ; on élimine à cette occasion les hors-type.

Enfin, en dixième génération (F_{10}), un essai comparatif définitif de rendement est exécuté dans les conditions normales de la culture. A partir de la onzième génération (F_{11}), les multiplications pures des meilleures lignées sont conduites parallèlement aux essais comparatifs

complémentaires et aux essais comparatifs d'adaptation régionale. Ce schéma de sélection permet donc d'exécuter, dès le début, des éliminations sévères qui allègent le travail ultérieur et autorisent l'examen de nombreuses hybridations à partir de combinaisons multiples.

Grâce aux jardins irrigués, la durée du cycle complet de la sélection s'est raccourcie sensiblement. Pour le riz, par exemple, il est maintenant possible d'arriver à la dixième génération en 4 ou 5 ans. L'intérêt de cette amélioration est encore augmenté par le fait que les hybridations peuvent se faire en tout temps.

Rappelons ici que la méthode de sélection décrite et menant à la formation de « variétés épurées » constitue, dans l'esprit des recherches de la Division, une étape tombant dans la succession logique de ces travaux. Si les « variétés épurées » présentent une telle supériorité par rapport au matériel de départ et supportent actuellement la comparaison avec le riz étranger, il n'en reste pas moins que la lignée pure sélectionnée dans une région vivrière à conditions écologiques particulières aura, dans cette région, l'avantage sur la « variété épurée ».

Mais avant de recourir à la lignée pure, il importe tout d'abord d'acquérir une connaissance approfondie de tous les facteurs de climat et de sol des régions de culture et de mettre à profit cette période d'attente pour définir avec précision les bases et les techniques les mieux appropriées à un tel programme de sélection nécessairement complexe car réparti en habitats multiples.

Seule, une organisation adéquate du Service d'adaptation locale, capable de préciser l'extension des conclusions d'essais comparatifs variétaux, légitimera la création et la diffusion en milieu indigène de lignées pures.

Le schéma de sélection se résumera comme suit :

- Observation du matériel en collection ;
- Choix de géniteurs ;
- Croisements dirigés ;
- Première descendance (F_1) - multiplication - jardins irrigués ;
- Deuxième génération (F_2) - semis à 0.60×0.20 m ; 1 ligne par panicule - choix de types - appréciation de l'adaptation en milieu cultural - observations qualitatives - éliminations - milieu cultural : conditions normales de culture ;

- De la troisième à la cinquième génération (F_3 , F_4 et F_5) - semis en jardins irrigués ou sur plateau, éventuellement en conditions normales de culture - éliminations sur critères qualitatifs ;
- Sixième génération (F_6) - essai comparatif de rendement exécuté en milieu cultural normal ; lignes de 25 m distantes de 0,60 m ; distance dans la ligne : 0,20 m ; maximum de répétitions ;
- De la septième à la neuvième génération (F_7 à F_9) - multiplications pures, accompagnées de l'élimination des hors-type ; milieu de culture normal alternant avec culture en jardins irrigués ;
- De la dixième à la douzième génération (F_{10} à F_{12}) - essai comparatif définitif de rendement : parcelles de 3 lignes de 25 m ; la ligne centrale est seule observée ; distance de plantation : $0,20 \times 0,20$ m ; douze répétitions pendant 3 saisons ; milieu normal de la culture ; les élites qui se sont montrées supérieures au cours de cette dernière épreuve passent en moyenne puis en grande multiplication ; tandis que les épreuves régionales débutent simultanément dans les stations d'adaptation locale.

Résultats des sélections produites par la Division.

Dès 1936, une population locale améliorée par sélection massale est diffusée : Y3 désignée également par le sigle Rz 1. A cette époque, la variété Manzano fut également fournie à l'extérieur mais, semble-t-il, avec moins de succès. Il s'agissait des premières multiplications qui livraient un riz parfaitement blanc.

En 1945, deux variétés issues de croisement simple entre le Manzano et des riz indiens sortent de sélection. Ce sont le Rz 107/706/1 et le Rz 111/1. L'un et l'autre furent immédiatement multipliés. En 1948, une série de variétés issues de croisements doubles sortaient d'essai comparatif définitif : Ca 497/V/7, Ca 902/B/2/1, Ca 902/B/2/2, Ca 902/B/3/3, Ca 435/B/5/1 et Ca 212/B/1/6. Ces riz sont actuellement en moyenne multiplication. C'est surtout le Rz 111/1 qui est jusqu'ici diffusé par l'entremise du paysannat indigène des Turumbu. Au cours de la même année, un mélange en parties égales des variétés issues de croisements doubles Ca 902 B 2 2, Ca 902 B/3/3, Ca 212/B/1/6 et Ca 435/B/5/1 a été multiplié dans une partie de ce paysannat, et la récolte du premier jet fut semée en 1949 sous le nom de M. L. E. (mélange de lignées épurées).

Dès 1951, seul, ce dernier matériel amélioré est diffusé chez les cultivateurs indigènes.

A titre de comparaison, voici les valeurs de certains caractères du matériel le plus représentatif de la marche de la sélection :

Origine	Vitro- sité	Lon- gueur du grain (cm)	Poids de 1000 graines (g)	Décor- tillage (%)	Rende- ment (kg/ha)	Rapport long./ larg.	Année de sortie
Sélections massales	4.87	0,92	33,8	80,1	1.400	3,01	1936
Croisement simple	4.20	0,84	29,6	82,6	1.858	3,08	1945
Croisement double	7,14	0,89	31,5	81,9	2.426	3,14	1948

On observe, à partir de 1948, une augmentation notable de la vitrosité. L'augmentation du rapport longueur/largeur du grain rend compte de l'amélioration substantielle de la forme du grain.

Les sélections qui, en 1951, ont été admises en essai comparatif définitif promettent de nouveaux progrès tant au point de vue du rendement qu'en ce qui concerne les qualités commerciales et industrielles du produit.

§ 2. LE MANIOC (*Manihot utilisima*).

Le manioc présente un intérêt très particulier, tant pour l'industrie des féculents que pour l'alimentation des indigènes dans laquelle il intervient pour une part importante.

Il était donc logique d'entreprendre sa sélection qui débuta en 1933 par la recherche des meilleures variétés locales. A Yangambi, les travaux commencèrent par l'installation d'un vaste jardin de clones (descendances végétatives), composé de l'importante collection réunie au Jardin d'Essais d'Eala et d'un matériel nombreux récolté dans les cultures indigènes de toutes les régions congolaises ou encore importé de pays étrangers.

Dans le but de créer des clones plus perfectionnés, des champs de semenciers furent installés, d'abord à partir de graines étrangères.

(d'origine paternelle inconnue) récoltées dans les jardins polyclonaux ; ensuite, à partir de graines provenant de champs isolés ne comprenant qu'un ou deux clones (champs mono- ou biclonaux) ; enfin, pour une faible partie, matériel légitime (d'origine connue) issu de croisements artificiels dirigés.

Jusqu'à ce jour, les travaux ont continué dans ce même esprit. Certaines modifications de détail ont été apportées aux méthodes d'exécution mais rien d'essentiel n'a varié. Actuellement, les essais comparatifs comportent en ordre principal des descendances végétatives issues de semis auxquels viennent s'ajouter quelques clones introduits que l'on désire éprouver.

Critères de sélection.

Sélectionné tout d'abord en vue d'une production maximum de racines fraîches, le manioc fait, à présent, l'objet de recherches dans le sens de son amélioration qualitative. La production pour la consommation locale étant suffisante, on peut envisager les possibilités de transformation en vue de l'exportation ou de la consommation en produits dérivés.

A. QUALITES REQUISES :

Le débouché principal, en dehors des besoins locaux, pourrait être représenté par la féculerie. Pour convenir à cette industrie, les qualités suivantes doivent être recherchées : richesse en hydrates de carbone ; pauvreté en lipides, protides et cellulose, car ces éléments diminuent le rendement en féculerie ; grosseur des grains de fécule (le volume des grains de fécule est en corrélation directe avec la rapidité et l'efficacité de la décantation) ; pauvreté (0,02 à 0,15 %) en acide cyanhydrique qui peut être toxique. La farine ou les cossettes doivent être aussi sèches que possible (14 % d'eau au maximum) et provenir de racines complètement pelées. La couleur blanche est importante dans l'appréciation de la valeur commerciale du produit.

Le manioc peut aussi être à la base d'une industrie du tapioca ou de l'alcool : les spécifications présentées sont valables pour ces utilisations.

Au point de vue de l'alimentation indigène, il est évident qu'il ne faut pas espérer une amélioration sensible du menu de l'indigène

en lipides et en protides en orientant la sélection du manioc dans cette direction. Etant donné la pauvreté originelle de ce tubercule en ces éléments, il est préférable de faire appel à d'autres espèces végétales pour pallier ces carences. Du point de vue alimentaire donc, les critères industriels cités plus haut valent également ; cependant, il faut considérer que le manioc contient de l'acide cyanhydrique en quantités fort variables suivant les clones. A priori, puisqu'il existe des variétés pratiquement inoffensives à l'état frais, il semble que l'on doive retenir uniquement celles-ci. En fait, les variétés amères sont souvent plus productives ; d'autre part, l'indigène les préfère au manioc doux, trop insipide à son gré, dans les préparations culinaires ; enfin, l'industrie élimine facilement l'hétéroside cyanogénétique par simple lavage. Par contre, les maniocs pauvres en acide cyanhydrique sont intéressants lorsqu'ils sont consommés cuits sous la cendre et dans l'alimentation du bétail.

En conclusion, il est utile de disposer d'un assortiment de variétés de manioc des deux catégories.

B. CARACTERES AGRONOMIQUES :

On recherche les racines tuberculiformes globuleuses, à pelure fine et chair blanche, groupées verticalement autour du pied et solidement fixées au plant.

Le plant lui-même doit présenter un port dressé, peu ramifié et résistant à la verse ; ce caractère est devenu un critère important depuis que l'on envisage la mécanisation de cette culture. Accessoirement, ce port aussi pourrait être plus favorable à l'établissement de la jachère après manioc, en grande culture ; il est bien entendu que cette considération n'a de valeur qu'en région forestière. Dans les savanes à *Imperata*, au contraire, un port ramifié offre plus d'intérêt. Les tiges seront en outre vigoureuses et à nœuds saillants (arrachage mécanique).

Le cycle végétatif du manioc varie dans une assez large mesure d'un clone à l'autre ; jusqu'à présent, l'on n'a pu établir de corrélation entre ce caractère et la productivité ; cependant, une durée de végétation de douze mois convient le mieux dans les conditions actuelles de la grande culture en zone équatoriale.

Dans la région de Yangambi, une maladie à virus connue sous le

nom de « mosaïque » exerce une influence défavorable sur les rendements, sans causer toutefois de dégâts importants. Cette virose, qui revêt habituellement un caractère bénin, peut subitement devenir extrêmement grave sans aucune cause apparente ; il importe donc de sélectionner, en tout temps, des clones strictement exempts de « mosaïque ». Des variétés résistantes existent et sont actuellement le seul moyen de se prémunir contre cette maladie.

La sélection doit s'attacher à reconnaître les clones peu sensibles à la pourriture des racines.

Technique de l'hybridation.

Le manioc est une plante allogame (à pollinisation croisée) dont le transport de pollen d'une fleur à l'autre est réalisée par le vent et les insectes. Les fleurs sont d'ailleurs unisexuées, les unes mâles, les autres femelles. La proportion entre les fleurs des deux sexes est, en moyenne, d'une fleur femelle pour dix fleurs mâles. Dès le début, les fleurs femelles, plus volumineuses, portent des renflements latéraux qui permettent de les reconnaître facilement. Elles s'épanouissent, en général, 4 à 8 jours avant les fleurs mâles dont l'éclosion s'étend sur 10 jours.

L'hybridation artificielle ne présente aucune difficulté d'exécution : on repère le matin les fleurs femelles qui vont s'ouvrir dans le courant de la journée ; leur coloration est alors plus claire. L'inflorescence est toilettée de sorte que seules subsistent les fleurs femelles à féconder et qui sont cantonnées à la base de la grappe. Lors de la confection du sachet protecteur, une ouverture est prévue qui facilitera l'introduction des fleurs avec pollen. La pollinisation se pratique en général à partir de 10 heures du matin. Quelques jours plus tard, le sachet est enlevé et remplacé à l'approche de la maturité afin que les graines ne se dispersent pas.

Le taux de réussite oscille autour de 40 %, compte tenu des pertes de tous genres.

Mais les pertes de graines à la germination sont importantes ; en champ, le taux de germination varie entre 0,55 et 15 % ; tandis qu'en germe, il atteint en moyenne 40 %. Ceci revient à dire qu'en faisant appel à l'hybridation artificielle seule, il faut exécuter un nombre considérable d'opérations pour obtenir un nombre important de semences, point de départ de nouvelles sélections. Aussi, a-t-on recours surtout aux semences issues de fécondation naturelle, champs isolés, mono-, bi- ou polyclonaux.

Pour augmenter la durée effective de production de semences, la greffe sur « faux manioc » est pratiquée. Le porte-greffe a l'avantage de ne pas produire de tubercule et d'être pérenne ; il présente un port semblable à *Manihot Glaziovii*.

Le taux de réussite des greffes varie de 5 à 60 % suivant le clone greffé.

En outre, divers procédés furent tentés afin de hâter la floraison ; seule la greffe sur un autre clone a donné des résultats positifs.

Ces méthodes ont mis à notre disposition, à peu de frais, des lots importants de semences de haute valeur et l'expérience semble montrer, grâce à la loi du grand nombre, que les résultats acquis en sélection à partir de ces lots, sont supérieurs à ceux observés dans la descendance de semences produites par fécondation artificielle.

Méthode de sélection.

Le schéma de la sélection est simple :

a) Création de vastes populations de semenceaux au sein desquelles un choix sévère est exécuté sur la base des critères qualitatifs cités plus haut ; sont éliminés, tous pieds mosaïqués, ceux qui ont une propension à la verse, ceux qui extériorisent un port procombant ou encore ceux dont la forme du tubercule ne répond pas aux critères ;

b) La multiplication végétative est la seule utilisée dans la suite et les essais comparatifs sont en tous points semblables aux essais portant sur les variétés stabilisées de plantes autogames.

Plus que toute autre plante, le manioc demande une grande circonspection quant à l'évaluation de sa productivité. En effet, il est souvent difficile d'établir une corrélation entre les rendements observés au cours de plusieurs cultures successives, tant est grande chez cette plante l'interaction « variété — saison ». Sans une longue série d'essais comparatifs de sévérité croissante, il n'est pas possible de départager facilement les élites.

En principe, l'essai comparatif définitif est précédé de cinq à six essais préliminaires et, suivant les circonstances et les possibilités matérielles, les clones sortis de sélection continuent à être contrôlés périodiquement.

Le schéma de sélection du manioc se résumera comme suit :

1^{re} année : Observation et choix dans les jardins de semenceaux : élimination sur critères qualitatifs ;

2^{me} année : Multiplication du matériel, élimination sur critères qualitatifs ;

3^{me} année : Premier essai comparatif préliminaire. Estimation première du rendement, étendue suivant disponibilités en bois (dans les conditions locales, on compte sur un coefficient de multiplication de 10) ;

En 4^{me}, 5^{me} et 6^{me} années : Le nombre de répétitions s'accroît au fur et à mesure que la multiplication du bois progresse ;

En 7^{me} et 8^{me} années : Essai comparatif définitif, répété durant deux années successives. Dispositif : 10 répétitions de 3 lignes de 25 m dont seule la ligne centrale est observée ; distance de plantation : 1×1 m.

Résultats de la sélection du manioc.

Au cours des années 1933 à 1937, les essais éliminatoires qui groupaient 911 clones congolais et diverses variétés introduites du Brésil via Buitenzorg et le Jardin d'Essais d'Eala, déterminèrent le maintien des clones suivants :

Clones congolais : 0126 - Manioc amer 6 mois - 0128 - N'Tolili Ubangi - 0129 - Ikiela.

Clones brésiliens : 0704, Basirao - 0705, Tapicuru - 0706, Sao Pedro Preto - 0707, Aipin Valenca (08) - 0749, Pacarae - 0750, Criolinha.

Dans les essais entrepris sur grande échelle, tant dans les stations de l'INEAC que dans les sous-stations d'adaptation régionale, les sortes locales furent supplantées, en règle générale, par un ou plusieurs de ces clones d'élite.

Nous donnons ci-dessous quelques rendements observés au cours d'essais comparatifs exécutés à Yangambi, Bambesa, Nioka, Gandajika et Mulungu ; les rendements sont exprimés en tonnes de racines fraîches à l'ha.

1. — *Yangambi*. Durée de végétation : 12 mois.

	0126	0128	0129	0704	0705	0706	0707	0749	0750
1939	35	36	34	35	27	33	27	26	34
1940	60	60	68	49	—	65	56	46	30
1941	64	65	62	43	—	62	40	13	34

2. — *Nioka*. Rendements moyens observés, de 1939 à 1948, dans 5 essais comparatifs d'une durée de 24 mois.

Standard

(variété locale)	0126	0128	0129	0704	0706	0707	0749	0750
4,9	8,8	8,0	6,8	6,2	20,3	4,7	7,8	10,0

3. — *Gandajika*. Moyenne de divers essais comparatifs établis de 1945 à 1950 : la durée de végétation de chaque épreuve fut de 24 mois.

Tekela

(variété locale)	0126	0129	0705	0707	0749	0750
37,5	29,1	32,9	38,6	25,3	43,5	41,1

4. — *Bambesa*. Résultats d'essais comparatifs récoltés en 1939.

Variété

locale	0126	0128	0129	0704	0705	0706	0707	0749	0750
36,0	43,8	48,3	46,1	47,0	35,2	46,2	33,8	42,8	50,3

5. — *Rubona*. Au cours de la campagne 1940-1941, les rendements suivants furent enregistrés :

0126	0128	0706	0750
22,1	21,3	20,6	21,8

A l'issue d'un essai comparatif d'une quarantaine de clones locaux et exotiques, le « Sao Pedro Preto » de Java (0707), qui produisit 44 t, se classa après le « Am. C. K. 4255 de Rhodésie » (49 t).

6. — *Mulungu* (Kavumu). Après 31 mois de végétation, les rendements suivants furent enregistrés :

0126	0128	0129	0707
18,5	40,8	24,0	27,5

7. — *Bas-Congo et Mayumbe*. Les clones 0126, 0128, 0129, 0707 et 0749 s'avérèrent supérieurs aux sortes locales.

Maintenant que ces premières élites sont multipliées sur grande échelle et diffusées en milieu indigène, de nouveaux clones issus pour la plupart de semenceaux se distinguent dans les épreuves préliminaires. Signalons notamment les clones 0442, 0443, 02715, 02726, 02864, 02945, 02959, 02961, 02991, 03119, 03479, 04082, X 45/5, 0443/45/17, 0442/45/15, 0705/45/9, 0749/45/4, 0129/45/11, 0443/45/15 et 0129/45/17.

L'amélioration qualitative et quantitative qu'apportera ce nouveau matériel pourra être mesurée à l'issue des essais comparatifs définitifs actuellement en cours.

Vingt ans de sélection du bétail indigène du type local à Nioka

PAR

le D^r J. GILLAIN,
Conseiller technique
à l'INEAC.

ET

le D^r M. MARICZ,
Chef du Groupe zootechnique
de la Station de Nioka.

HISTORIQUE

Dès sa fondation par le Directeur général CLAESSENS en 1923, la Station de Nioka introduisit des géniteurs de races européennes acclimatées au Kenya, en vue d'améliorer le cheptel local. Les vaches indigènes achetées aux autochtones constituèrent les troupeaux femelles réservés au croisement avec les races Shorthorn et Friesland.

En 1930, M. le Directeur général JURON, alors Directeur de la Station de Nioka, créa, à l'aide des meilleures vaches indigènes et par l'acquisition de quelques bêtes, un premier troupeau d'une trentaine de femelles, point de départ de la sélection indigène. Le type de bétail choisi fut celui de la région, dit de Blukwa ou « type local Nioka ».

L'Ituri possède deux races de bétail indigène bien caractérisées :

— Le bétail des pasteurs Lugware (photos 1 et 2), au Nord de Nioka, est de petite taille, bréviligne, à bosse thoracique accusée, de bonne conformation de boucherie mais de production laitière faible. C'est un descendant bien caractérisé dans son type primitif du zébu à courtes cornes, originaire des Indes, introduit en Afrique par la côte orientale vers l'an 700. Il y a quelques siècles, les migrations bantoues l'amènèrent dans la région qu'il occupe actuellement.

— Le bétail des pasteurs Bahema (photos 3 et 4) de la région de Bunia-Gety appartient au type Sanga, longiligne ; il est issu du croisement ancien entre la race bovine à grandes cornes : *Bos primigenius* HAUNI, élevée par les anciens Égyptiens et la race zébu à

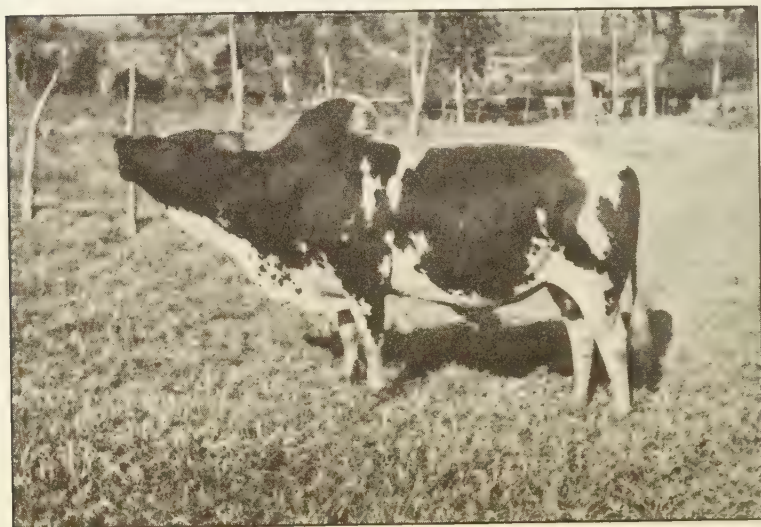


Fig. 1.

Taureau Lugware à Nioka.



Fig. 2.

Vache Lugware à Nioka.



Fig. 3.
Taureau Bahema à Nioka.



Fig 4
Génisse Bahema à Nioka.

cornes latérales, introduite en Afrique vers l'an 2000 avant J.-C. La race Sanga, créée sur les hauts plateaux éthiopiens, gagna le centre de l'Afrique avec les migrations des peuplades hamitiques. Le cheptel des pasteurs Bahema et Watutsi comprend principalement du bétail Sanga.

La race dite de Blukwa ou « type local Nioka » résulte d'un croisement datant de quelques siècles seulement, entre les races Sanga et Lugware. Elle forme le cheptel des Alur et des indigènes dans le



Fig. 5.

Taureau « Kolongo »

triangle compris entre Nioka, Blukwa et Nizi. En réalité, il s'agit davantage d'une population que d'une race. Les métis issus de ce croisement sont loin d'être fixés, car ce bétail n'a jamais été sélectionné d'une manière poussée par l'indigène. Les dissociations mendéliennes expliquent l'état de variation du cheptel et le retour de nombreux animaux vers l'un ou l'autre type parental. Ainsi, par exemple, le taureau Martin tend vers le type gros Lugware tandis que la vache 808, sœur de Martin, rappelle le type Sanga. On rencontre également de nombreux animaux à cornes latérales, vestiges de l'influence du zébu porteur de ce caractère et d'où descend également le type Africander. Cette instabilité justifie la lenteur de la

sélection, certains résultats discordants et la grande variabilité observée même dans le cheptel soumis à la consanguinité. Le type local moyen, que l'on peut considérer comme un bétail eumétrique, allie à la taille et à la production laitière propres au Bahema, la bonne conformation et la musculature mieux développée du Lugware. Des mensurations et pesées réalisées par l'un de nous en 1937 sur le cheptel de divers colons de la région et sur celui de la Station de Nioka ont permis d'établir ses principales caractéristiques.



Fig. 6.

Vache n° 30, « Muze ».

Le premier taureau en service, Kolongo (photo 5), provenait de l'élevage du colon ROY qui pratiquait la sélection massale au sein d'un troupeau riche en animaux indigènes de valeur. Ce taureau a donné une excellente descendance comportant quelques biotypes supérieurs. Il a notamment procréé avec une vieille vache, Muze (photo 6), alors âgée de plus de 20 ans, deux produits exceptionnels : la génisse 808 (photo 7) et le taureau Martin (photos 8 et 9). Ce dernier peut être considéré comme le pilier de la sélection indigène à Nioka. La vache Muze, malgré son âge, donna une production de 945 litres de lait. Sa fille, 808, fournit une lactation de 1.164 litres en 214 jours, avec 6,3 % de matières grasses, après sa troisième parturition.

METHODES DE REPRODUCTION

Le taureau Martin en « out breeding » (par croisement avec des femelles sans aucune parenté), fournit des résultats inespérés. Raceur incomparable, ce taureau imprime à sa descendance mâle et femelle tous ses caractères, robe, cornes, volume, proportion, musculature. Le poids moyen des filles de Martin maintenues à la sélection est de 354 kilos. Parmi sa descendance mâle, le taureau 2985 (photo 10) se révèle bon raceur bien qu'issu d'une vache plus petite ; ses filles accuseront un poids moyen de 340 kilos en période de lactation.

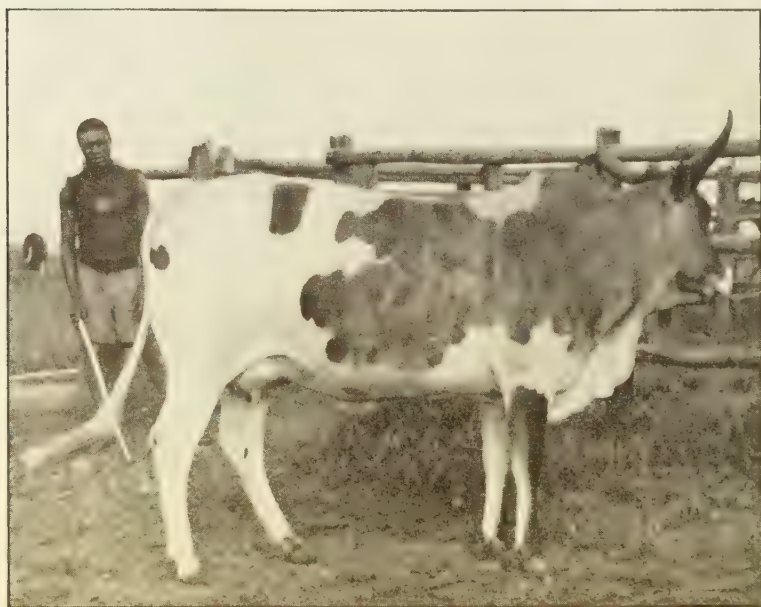


Fig. 7.

Vache n° 808, « Masasi », 402 kg.

Le « breeding in and in » (consanguinité la plus étroite jusqu'au deuxième degré inclus) fut tenté au départ d'animaux de valeur. On sait que cette méthode est utilisée avec les races européennes pour fonder des races, variétés et familles nouvelles.

L'union de Martin et de Muze donna encore deux produits, moins bons cependant que les parents, dont le meilleur, le taurillon n° 3088, de type décousu et peu harmonieux, se révéla raceur médiocre. Nous ne retrouvons d'ailleurs dans la sélection qu'une seule de ses filles.



Fig. 8

Taureau « Martin »,
à 3 ans : 420 kg ; adulte : 525 kg.



Fig. 9.

Taureau « Martin » à 15 ans.

Par suite d'incidents divers, l'accouplement de Martin et de sa sœur 808 ne laissa qu'un seul produit : le taureau 3578 dénommé Kilo, à cause de son format impressionnant (590 kilos). Il engendra une abondante descendance de qualité. Le poids moyen de ses filles en période de lactation est de 358 kilos.

Le « breeding in and in » de Martin avec ses filles fut désastreux. Tous les produits, à de très rares exceptions près, accusent à la naissance un poids inférieur à la moyenne ; ils sont décousus, débiles, malvenants et nettement inférieurs. Certains de ces animaux montrent des malformations telles que : bec de lièvre, tête de bouledogue, membres arqués.



Fig. 10.

Taureau n° 2985 à 9 ans, 575 kg.

La consanguinité étroite, l'« inbreeding » (alliance d'animaux de souche Martin apparentés au troisième ou quatrième degré) fournit des résultats variables. Certaines unions livrèrent des géniteurs consanguins de bonne conformation et à formule héréditaire favorable, tels que le taureau 5220 (photo 11) bon raceur utilisé actuellement en consanguinité avec satisfaction. D'autres alliances au même degré engendrèrent des animaux de bonne apparence (phénotype), mais dont la descendance révéla un mauvais patrimoine héréditaire (génotype) se manifestant surtout en union consanguine, par exemple le taureau 4595 (voir tableau, p. 64).

Le taureau 5830, « Bobi blanc », est certes l'un des meilleurs animaux obtenus en consanguinité (photo 12). Sans avoir jamais été l'objet de soins particuliers, il atteignit le poids de 632 kilos.



Fig. 11.

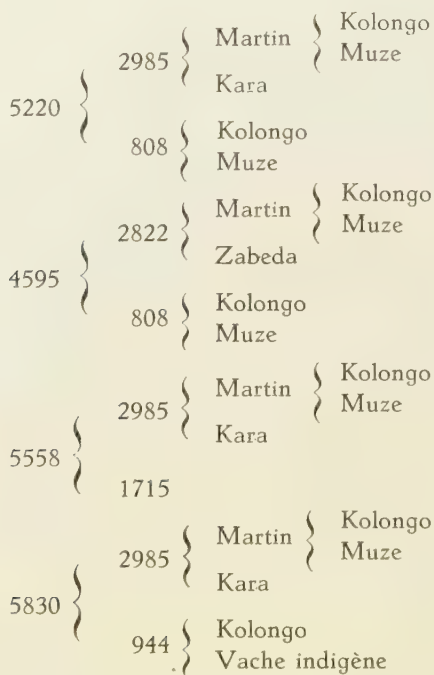
Taureau n° 5220, 562 kg.



Fig. 12.

Taureau n° 5830, « Bobi Blanc », 632 kg.

GENEALOGIE DE QUELQUES TAUREAUX



Taureau utilisé	Mode de croisement	Poids moyen des veaux issus du croisement (kg)	
		naissance	sevrage (8 mois)
4595	inbreeding	17,2	75,0
5558	inbreeding	25,5	144,7
5558	interbreeding	25,5	147,8
5220	inbreeding	25,4	132,0
5220	interbreeding	23,9	130,0

Vache	Taureau	Poids moyen des veaux (kg)	
		naissance	sevrage (8 mois)
4908	4595	20	132
(fille de Martin)	5558	22	140
5003	4595	18	82
(fille de Martin)	5558	20	103
5039	4595	16	69
(fille de Martin)	5558	21	146
4878	4595	20	96
(fille du 3088)	5558	23	150

L'insuccès du « breeding in and in », confirmé pour d'autres souches et d'autres races indigènes (Bahema), ainsi que le succès relatif en « inbreeding », nous amenèrent à tenter très tôt l'« interbreeding » (brassage des sangs) qui consiste en l'union d'individus sans parenté ou très éloignée, au delà du 10^{me} degré, individus issus chacun d'un élevage consanguin distinct. Cet « interbreeding » devait permettre de conserver, non seulement les résultats acquis dans la sélection de la souche Martin, mais aussi la progression dans l'amélioration. L'obstacle résidait dans la difficulté de trouver des taureaux de qualité provenant d'élevages consanguins et se rapprochant du type Martin (c'est-à-dire à rendement laitier supérieur à la moyenne, bonne conformation et musculature bien développée).

Faute de pouvoir trouver de tels animaux, l'on dut se résoudre à utiliser des types nettement différents, mais accusant cependant une origine laitière reconnue.

a) La souche *Kitogo* employée la première était d'un type plus léger, moins musclé, à croupe étroite et avalée. Le taureau 1712 qui pesait 500 kilos donna avec les filles de Martin d'excellentes génisses (photos 13, 14, 15) homogènes, un peu légères, d'un poids moyen de 346 kilos, qui s'avèrent bonnes laitières. Par contre, aucun fils de ce taureau ne fut retenu pour la sélection ; un seul petit-fils par sa mère, le 6951 (photo 16), fut néanmoins remarqué et vient d'être mis en service.

Le taureau 1712 fut remplacé dans la suite par le n° 5647 (photo 19), un animal à croupe étroite et courte ayant la même origine que le 1712. Avec les descendants de Martin, il procréa des animaux de poids supérieur à la moyenne (à la naissance : 28,2 kg ; au sevrage : 157,5 kg), malheureusement tous caractérisés par la croupe mal conformationnée. Ce fut l'élimination presque totale de tous les descendants, à l'exception du taurillon 9122 (photos 17, 18) d'excellente conformation, pesant 420 kilos à 2 ans et mis en service à cet âge ; l'animal accuse à 30 mois le poids remarquable de 537 kilos. Ses premiers produits sont attendus.

b) La seconde souche expérimentée fut la souche *Akara*, bétail de bonne conformation et d'origine laitière, mais de taille et de poids nettement inférieurs : le taureau *Akara* (photo 20) ne pesait que 426 kilos. Le poids moyen de ses veaux à la naissance était satisfaisant (24,6 kg) ; par contre au sevrage, toujours à 8 mois, la moyenne était de 126,4 kg, chiffre nettement en dessous de la moyenne de la sélection. Cette souche a été momentanément écartée sauf quelques génisses exceptionnelles telles que la 9119 (photos 21 et 22) qui à deux ans pesait 295 kg et à 30 mois 376 kg.



Fig. 13.
Une fille de « Kitogo ».



Fig. 14.
Une fille de « Kitogo ».



Fig. 15.

Une fille de « Kitogo », 413 kg.

Production : 4,3 litres de lait par jour pendant 270 jours.



Fig. 16.

Taureau n° 6951, 570 kg.

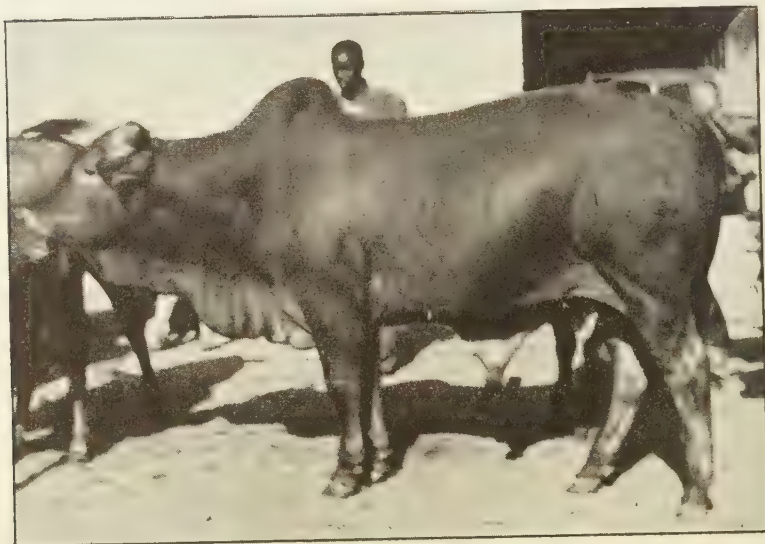


Fig. 17.

Taurillon n° 9122 à 2 ans, 420 kg.



Fig. 18.

Taureau n° 9122 à 30 mois, 537 kg.



Fig. 19.
Taureau n° 5647, 489 kg.



Fig. 20.
Taureau « Akara », 426 kg.

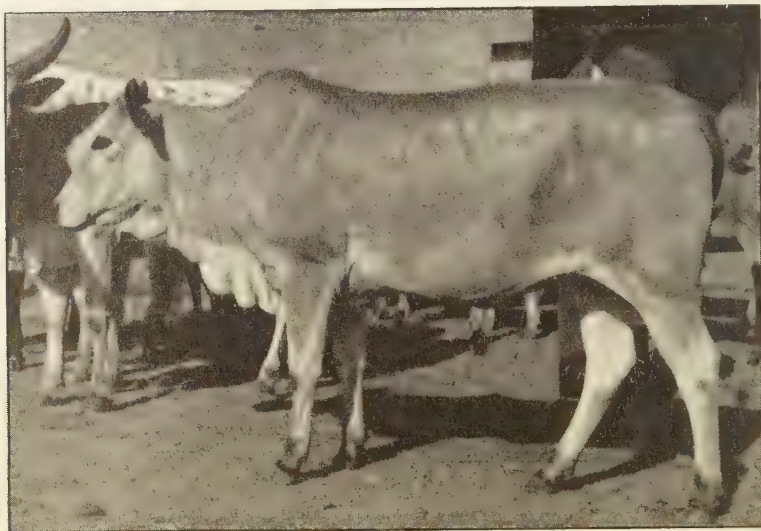


Fig. 21.

Génisse n° 9119, à 2 ans, 295 kg.



Fig. 22.

Génisse n° 9119 à 30 mois, 376 kg.

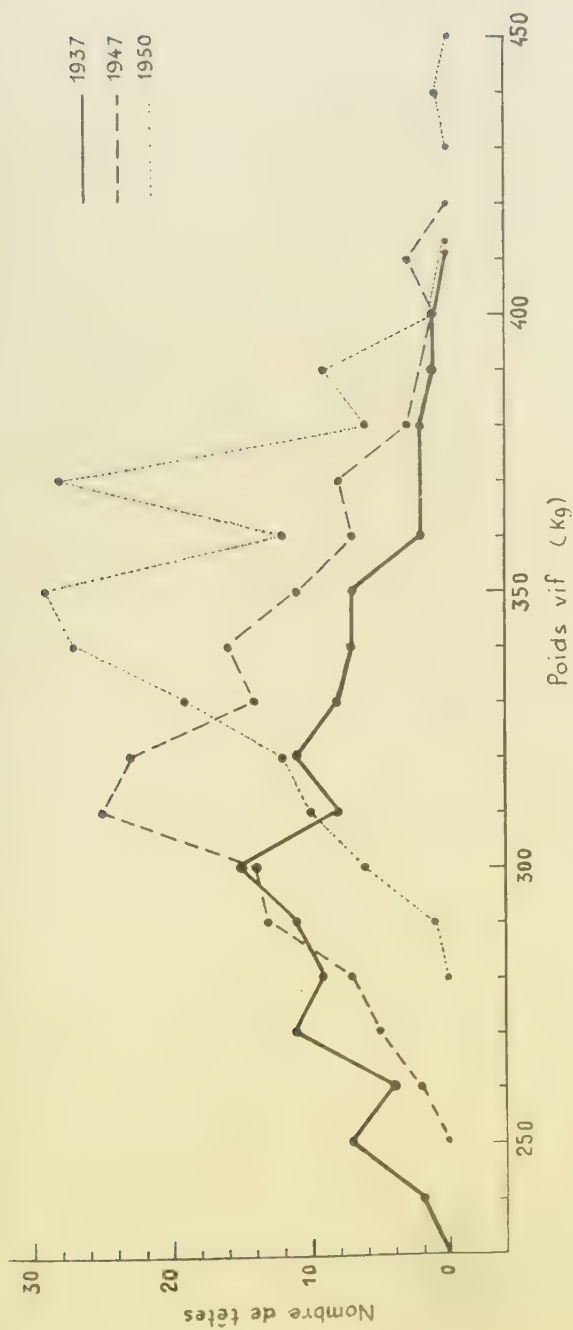


Diagramme 1.

Poids vif des vaches en lactation.

RESULTATS DE LA SELECTION

Les diagrammes des mesures relevées sur le bétail en 1947 et en 1950 montrent les progrès réalisés par rapport aux données de 1937. Le poids vif et le périmètre thoracique sont les éléments où les gains s'avèrent les plus importants (diagrammes 1 et 2). Certes, les

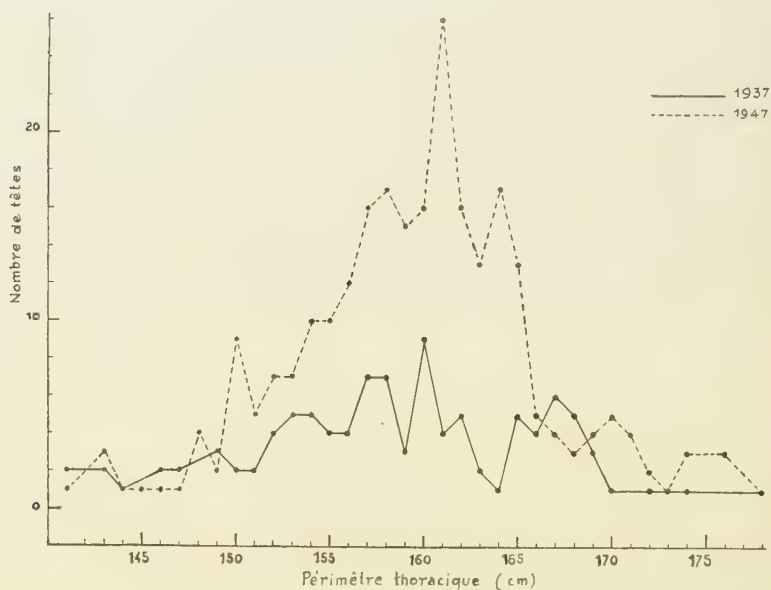


Diagramme 2.

Périmètre thoracique des vaches en lactation.

courbes de fréquence sont loin d'être idéales : à l'exception de la longueur et de la largeur du bassin (diagramme 3), l'amplitude de la variation pour les autres mensurations est encore trop élevée. La moyenne arithmétique, déjà bien dessinée en 1937 pour la longueur et la largeur du bassin, se précise cependant pour la taille au garrot et au sacrum (diagramme 4) et surtout pour le périmètre thoracique. La courbe multiple pour le poids vif permet d'espérer une large augmentation de la moyenne arithmétique.

L'insuccès du « breeding in and in » et de l'« interbreeding » avec des types par trop différents justifie l'allure des courbes. Les progrès

futurs et surtout la réduction de la variabilité seront fonction de l'union d'animaux à patrimoine héréditaire semblable (homozygotes) que l'on s'attache à découvrir dans la masse.

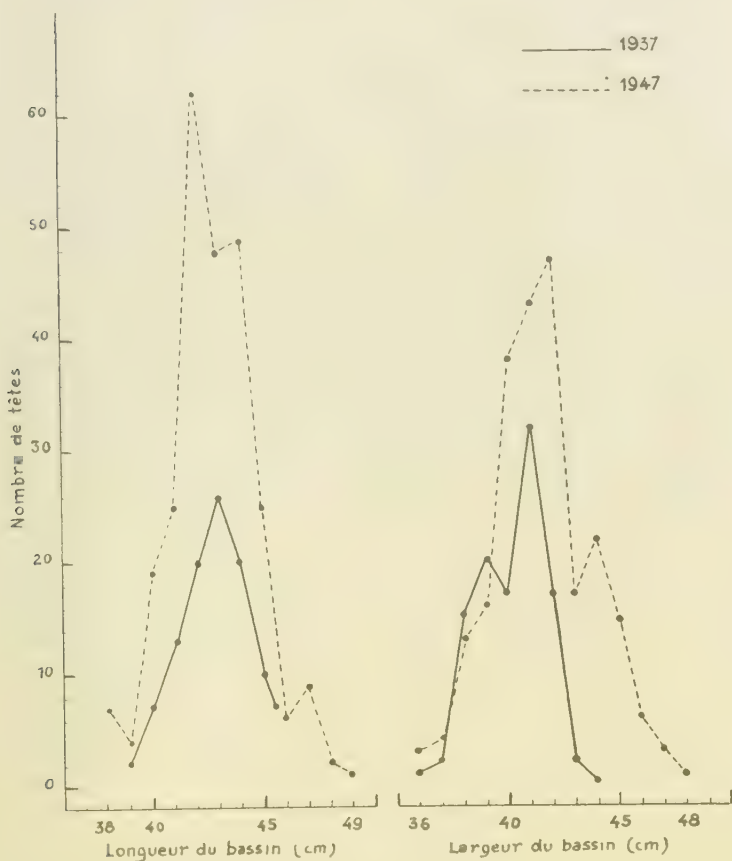


Diagramme 3.

Mensurations du bassin des vaches.

L'augmentation de la taille des animaux ne doit être recherchée que pour autant qu'elle s'accompagne d'une plus grande hauteur de poitrine et partant d'un périmètre thoracique plus élevé, ce qui est le cas pour la sélection poursuivie à Nioka. Le tableau ci-après donne une idée des progrès accomplis.

— 1937
 --- 1947

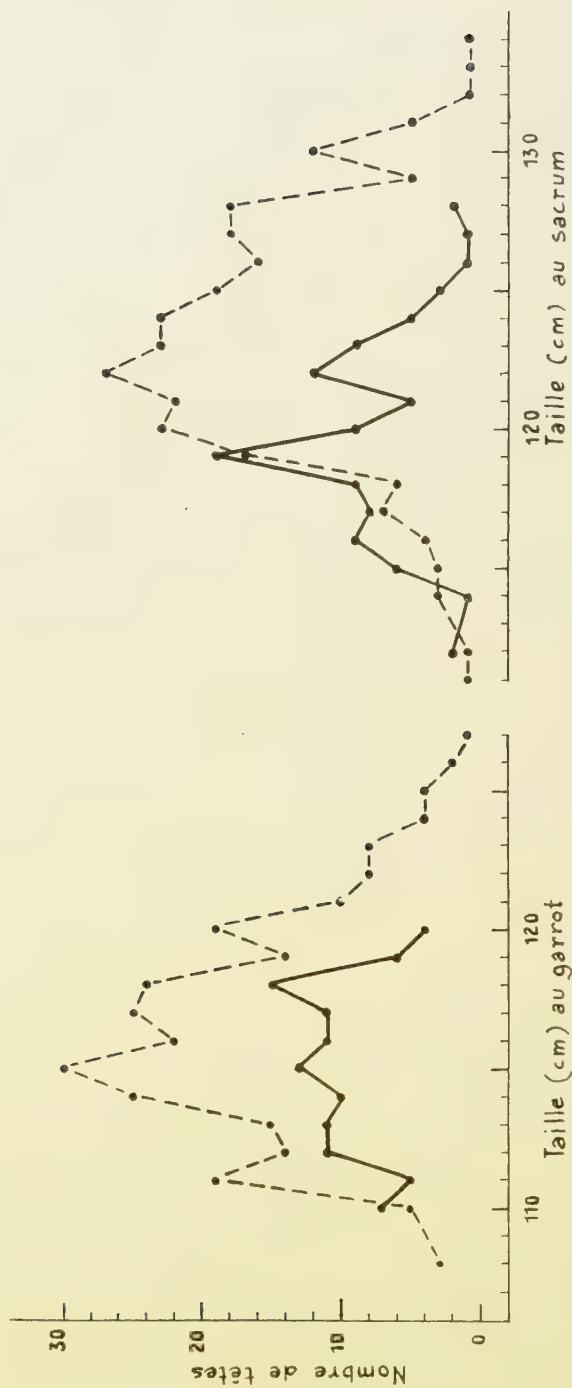


Diagramme 4.

Taille des vaches en lactation.

MENSURATIONS PRISES SUR DES VACHES
ADULTES EN LACTATION

Station de Nioka	Taille garrot (cm)	Taille sacrum (cm)	Hauteur poitrine (cm)	Périmètre thor. (cm)	Largeur bassin (cm)	Poids vif (kg)
en 1934	—	—	—	—	—	298
en 1937	115,0	119,4	60,0	158,5	40,0	312
en 1947	116,4	123,0	59,5	159,2	40,4	326
en 1950	—	—	—	—	—	352
Elite	120,0	126,0	62,0	171,9	44,6	372
Blukwa (*) ...	119,8	115,9	54,8	151,4	40,1	239
Djugu (*) ...	—	—	—	—	—	331

(*) Mensurations prises en milieu indigène en 1949-1950.

Les vaches mesurées en milieu indigène comportent uniquement des animaux primés lors de concours de bétail et constituent l'élite : elles ne représentent cependant qu'une partie infime du cheptel : 17 bêtes pour Blukwa et 11 pour Djugu. Il faut tenir compte de ce qu'à Djugu, 12 taureaux de la Station issus de Martin, immunisés contre l'« East coast fever » et prémunis contre l'anaplasmose et la piroplasmose furent distribués aux indigènes en 1939 et furent très appréciés par les éleveurs.

MENSURATIONS PRISES SUR DES TAUREAUX

Taureaux issus de la sélection :	Taille garrot (cm)	Taille sacrum (cm)	Hauteur poitrine (cm)	Périmètre thor. (cm)	Largeur bassin (cm)	Poids vif (kg)
2885 9 ans	129	134	69	190	46	543
5220 7 ans	131	135	65	182	45	562
5830 6 ans	—	—	—	—	—	632
6662 4 ans	129	135	72	199	45	580
6774 5 ans	123	130	69	194	49	550
6951 4 ans	130	135	68	188	46	565
9122 2 ans	—	—	—	—	—	—
5 mois	129	135	66	183	44	510
<i>Taureaux étrangers :</i>						
5647 7 ans	120	125	63	166	40	489
1712 6 ans	121	130	62	160	40	500
Mutchapa 6 ans	124	131	66	180	40	513
<i>Taureaux en milieu indigène en 1937 (moyenne) :</i>						
	118	122	65	170	45	391

La précocité du bétail indigène élevé à la Station est remarquable. L'âge du sevrage, en moyenne de 10 mois jusqu'en 1937, a pu être ramené graduellement entre 7 et 8 mois ; le tableau suivant est suggestif à cet égard :



Fig. 23.

Veau mâle n° 214, sevré à 7 mois, 182 kg.

	POIDS MOYEN DES VEAUX (KG)				
Année :	1934	1937	1947	1950	Elite
Naissance :	21,0	22,0	23,8	25,3	24,8
Sevrage :	103,6	116,0	119,9	139,3	143,1

En 1950, 15 % des veaux sevrés entre 7 et 8 mois accusent un poids moyen de 166,5 kilos. Pour l'ensemble des veaux sevrés, l'accroissement mensuel passe de 12 kilos en 1939, à 17,8 kilos en 1950 (photos 23 et 24).

L'amélioration de la précocité peut être appréciée d'après l'âge des femelles lors de la première mise bas, ou encore d'après leur âge à l'époque de la première saillie : le passage des génisses dans les troupeaux a lieu normalement dès qu'elles ont atteint un poids voisin de 300 kilos. En 1937, l'âge moyen des vaches à la première mise bas était de 48,9 mois, tandis qu'il n'est plus que de 43 mois en 1950. Si l'âge moyen à la mise au taureau fut encore de 32, 8 mois en 1950, il faut considérer que 16 % des génisses ont été saillies à 26 mois. On pourra donc atteindre ultérieurement le premier vêlage vers 36 mois.

Tous ces résultats sont obtenus sans supplément alimentaire. Les animaux disposent de pâturages naturels exploités rationnellement et améliorés par kraalage. Seuls les jeunes animaux, lors du sevrage, reçoivent un supplément de concentré afin d'atténuer la crise de transition (photos 25 et 26).

L'étude du type élevé à la Station de Nioka établit que les gains réalisés aux divers niveaux du corps se répartissent de façon harmo-



Fig. 24

Veau mâle n° 165, sevré à 8 mois, 183 kg

meuse; les animaux sont mieux proportionnés, la poitrine plus profonde, le bassin plus large à inclinaison peu marquée, la ligne du dessus est droite avec une musculature très bien développée (photos 27 et suivantes).

Il s'agit d'un beau type zébu à courtes cornes dont la robe dominante est le brun et brun clair, bien que l'on rencontre des bêtes pie-brun et quelques pie-noir. La tête est de longueur moyenne avec un front large, les cornes présentent des formes variables, mais sont souvent latérales. La bosse thoracique est bien accusée, particulièrement chez les mâles. La sélection des caractères ethniques nécessaires ne sera entreprise qu'après amélioration et fixation des caractères économiques.



Fig. 25.

Taurillon n° 9647,
sevré à 8 mois : 189 kg ; à 18 mois : 320 kg.



Fig. 26.

Taurillon n° 9820,
sevré à 8 mois : 171 kg ; à 15 mois : 265 kg.



Fig. 27.

Un bassin signé « Martin ».



Fig. 28

Quelques croupes et culottes du bétail sélectionné.



Fig. 29.

Une fille de Martin suitée.

Le veau femelle est une descendante de Kidogo.



Fig. 30.

Une petite-fille de « Martin » par « Kilo » ; 409 kg.



Fig. 31.

Une fille de « Kilo ».

Production : 5,5 litres de lait par jour pendant 270 jours.



Fig. 32

Taureau n° 6774, fils de « Kilo » ; 558 kg.



Fig. 33.

Taureau n° 6662, fils de « Kilo ».



Fig. 34.

Fille du taureau n° 2985 ; 395 kg.

Les accroissements en milieu naturel à peine amélioré se sont révélés excellents et peuvent être comparés pour certains sujets à ceux du bétail de race perfectionnée. Alors qu'il fallait 22,5 mois en 1936 pour que les animaux atteignent le poids moyen de 200 kilos, 18 mois suffisent en 1950. Les mâles et castrats atteignent 300 kilos en l'espace de 30 mois.



Fig. 35.

Fille du taureau n° 5647.

TABLEAU D'ACCROISSEMENT DES TAURILLONS
ET TAUREAUX EN SERVICE

Poids à la naissance (kg)	26
Poids au sevrage (7 à 8 mois)	153
Poids à 1 an	177
Poids à 2 ans	271
Poids à 3 ans	360
Poids à 4 ans	415
Poids à 5 ans	525
Poids à 6 ans	545

Les premiers produits issus de nos jeunes taureaux confirment l'espoir d'améliorer largement encore ces caractéristiques moyennes :

N° du taureau	Poids à la naissance (kg)	Poids au sevrage (kg)	Age du sevrage (mois)
9647	35	189	8
9703	24	174	7
216	26	168	7
214	29	182	7
165	31	183	8

Avec des animaux doués d'un pouvoir de transformation analogue à celui du taurillon 9122, il est même légitime d'envisager une amélioration plus profonde encore du bétail indigène de race locale.

TABLEAU D'ACCROISSEMENT DU TAURILLON 9122

(Photos 17 et 18).

Age	Poids (kg)	Accroissement mensuel moyen (kg)
Naissance	32	
Sevrage à 8 mois	169	17
à 1 an	185	4
Mise en service		
à 2 ans	420	19,5
à 31 mois	540	17

SELECTION LAITIERE

Nous avons vu que le choix des géniteurs mâles s'inspirait toujours de l'origine laitière des animaux. Le perfectionnement du type indigène local dans sa conformation et son rendement en boucherie ne négligeait pas la sélection laitière. Nous sommes convaincus que le bétail des autochtones doit être un bétail mixte, à deux fins. L'évolution de la mentalité du noir vis-à-vis de son bétail se réalisera lentement et parallèlement à l'amélioration de son troupeau. Le principal obstacle à l'amendement et à l'exploitation économique de son cheptel réside dans le facteur total que représente la vache. Que cet obstacle vienne à disparaître et que l'indigène découvre en son bétail un facteur économique amélioré, nul doute qu'il s'empresse de l'exploiter.

L'augmentation du rendement laitier, sans être aussi spectaculaire que le perfectionnement du format, est cependant réelle. Les performances de la vache n° 30, Muze (945 litres de lait), et de sa fille, la 808 (1.164 litres de lait à 6,3 % de matière grasse) sont largement dépassées par plusieurs vaches issues de la sélection.

PRODUCTIONS CONTROLEES MENSUELLEMENT AU KRAAL

N° de la vache	Moyenne journalière (litres) pendant 270 jours	Matières grasses (%)
5943	6,0	4,6
6398	5,5	5,1
4872	4,9	4,2
4614	4,7	4,1
6121	4,2	4,7
5794	4,2	4,9
5914	4,2	4,8
3080	4,0	4,7
5934	3,6	4,7
2947	3,5	5,0

En 1945, le contrôle laitier au kraal donnait pour 240 jours de lactation :

Litres de lait par jour	Nombre de bêtes
1,2	3
1,4	2
1,6	2
1,8	13
2,0	3
2,4	15
2,6	1
2,8	2
3,0	13
3,4	2
4,0	1
5,0	1

Ces chiffres peuvent paraître médiocres : ils sont, en fait, inférieurs à la réalité, car le contrôle mensuel au kraal de vaches indigènes, traites irrégulièrement, ne fournit qu'une approximation. La sélection laitière sera poursuivie avec des vaches en stabulation partielle et recevant une alimentation appropriée. Il n'est pas téméraire d'augurer une production voisine de 2.000 litres pour nos meilleures bêtes. La mise à l'étable et l'approvisionnement du bétail indigène ont permis d'obtenir 4,1 litres de lait par jour, d'une vache qui ne donnait que 1,8 litre au kraal ; le rendement d'une autre vache passa de 0,9 litre à 3,5 litres. Des vaches indigènes éliminées de la sélection et cédées à des colons donnaient, à la période d'afflux, des productions de 8 et 10 litres de lait dans de bonnes conditions de milieu et d'alimentation.

L'amélioration du bétail indigène n'a nullement altéré sa rusticité ni sa prolificité :

Nombre de vaches	Année de naissance	Nombre moyen de veaux par vache jusqu'en 1950	Indice de prolificité
4	1940	6,0	14,0
12	1941	5,5	13,0
14	1942	5,2	11,6
6	1943	4,0	12,0
19	1944	2,6	13,8
11	1945	2,3	10,0
10	1946	1,6	9,4
		moyenne	12,4

Nous avons calculé l'indice de prolificité (I. P.) comme suit : l'âge de la vache en mois — diminué du nombre de mois avant la saillie — divisé par le nombre de veaux. Le coefficient obtenu dans le cas d'un animal vêlant régulièrement chaque année doit être 12. Pour les bêtes nées avant 1946, nous avons compté 36 mois lors de la monte, et 33 mois pour les vaches nées en 1946. Il ressort du tableau que l'I. P. est favorable et qu'il s'établit en moyenne pour l'ensemble des animaux à 12,4, ce qui signifie qu'il s'écoule 12 mois 12 jours entre chaque vêlage, chiffre optimum qui peut être avantageusement comparé au chiffre moyen de 14 à 15 mois enregistré en 1937.

Avant de terminer, nous voudrions souligner que tout le mérite des progrès accomplis ne peut être attribué au seul généticien. L'extériorisation des facteurs économiques du bétail amélioré n'a pu être réalisée que dans un milieu assurant à l'animal une alimentation suffisante et équilibrée. Nous avons insisté sur le fait que le bétail, élevé dans des conditions normales, disposait de pâturages naturels de valeur moyenne judicieusement exploités à côté d'une proportion relativement réduite de pâturages améliorés par kraalage. Les besoins des animaux améliorés par sélection augmentent proportionnellement aux perfectionnements déjà acquis. L'amélioration fourragère est l'objet à Nioka de la même attention que celle du cheptel. Au stade actuel de la sélection, toute nouvelle augmentation de rendement dépend de l'amendement des pâturages et des cultures fourragères, surtout si l'on désire éviter les rations complémentaires en aliments concentrés. Les recherches agrostologiques poursuivies à Nioka permettent d'ores et déjà d'envisager une amélioration prochaine des rendements zootechniques, basée uniquement sur la production fourragère locale.

BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE

- GILLAIN, J. — *Contribution à l'étude des races bovines indigènes au Congo belge*. INEAC, Bruxelles, Sér. tech. n° 18 (1938).
- MARICZ, M. — *Résultats de vingt ans de sélection de la race indigène locale à la ferme de l'INEAC, à Nioka* (inédit).
- ANDRÉ, E. — *Les races indigènes sélectionnées à la Station INEAC de Nioka*. (inédit).
- Rapports annuels de la Station de l'INEAC, à Nioka.

Une grave maladie du caféier « Robusta »

La Trachéomycose

Avertissement et conseils aux planteurs

PAR

J. V. FRASELLE,

Mycologiste, Assistant au Laboratoire central de la Division
de Phytopathologie et d'Entomologie à Yangambi.

Avec la collaboration de

G. GEORTAY,

Assistant à la Division du Caféier et du Cacaoyer.

LA GRAVITE DE LA MALADIE

A l'Etranger.

Depuis plusieurs années, les plantations de caféiers ⁽¹⁾ en Afrique française sont ravagées par une maladie restée tout d'abord inconnue mais qui, finalement fut identifiée comme une trachéomycose provoquée par un champignon du genre *Fusarium*.

En Oubangui-Chari (SACCAS, 1950), cette maladie exerce ses ravages sur plus de 15.000 ha de plantations. En Côte d'Ivoire (JACQUES-FÉLIX, 1950), la situation est tout aussi critique.

Il est vraisemblable qu'à l'heure actuelle cette infection s'étend activement, ou existe en puissance, dans l'ensemble des régions où le caféier est cultivé. Dans certaines zones, les dégâts subis sont fort importants au point même que la culture s'en trouve compromise

(1) Il s'agit de caféiers *excelsa* ou *robusta*.

Au Congo Belge.

Dès 1939, R. L. STEYAERT (1948), ancien chef de la Division de Phytopathologie de l'INEAC, avait diagnostiqué cette trachéomycose sur des caféiers *excelsa* en provenance d'Aba et de Bangui (A. E. F.).

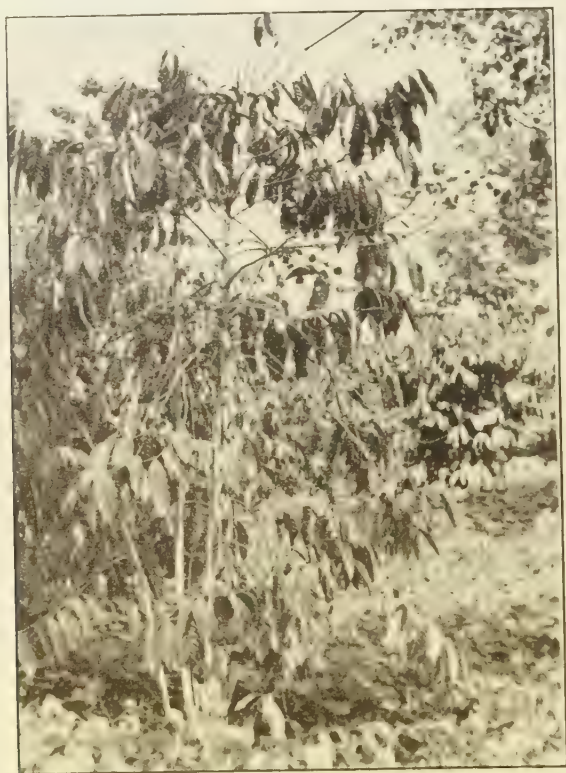


Photo A. FALIZE.

Fig. 1.

Caféier Robusta à tiges multiples atteint de trachéomycose.

Les premiers symptômes visibles dans la cime apparaissent à l'extrémité d'une des tiges. La tige malade est porteuse de rubans noirs (symptôme typique de la maladie). Un tel caféier doit être traité sans retard.

Il fut le premier à isoler le champignon parasite, auquel il donna le nom de *Fusarium xylarioides*.

Au Congo belge, la maladie n'est cependant connue, sous une

phase épidémique frappant le caféier *robusta* ⁽¹⁾, que depuis 1949. Jusqu'à présent, elle a été repérée en plusieurs points. En deux endroits, elle apparaît sous forme d'épidémies à progression rapide. Celles-ci se manifestent avec brutalité et grèvent lourdement l'économie des exploitations.



Photo A. FALIZE.

Fig. 2.

**Caféier Robusta à tiges multiples
atteint de trachéomycose.**

Le dessèchement de la cime est presque général. Ce caféier accuse les symptômes typiques dans les quatre tiges.

A ce stade, le caféier malade est une source de germes infectieux. Il aurait dû être traité à un stade moins avancé.

Il est très possible que la maladie existe aussi à l'état endémique dans d'autres caféières, sous l'aspect de petits foyers infectieux très

(1) Nous n'avons aucune raison de supposer l'existence de la tracheomycose dans les plantations de caféiers *arabica* de l'Est du Congo. Cependant à Porto Rico cette espèce s'est révélée susceptible à l'infection.

dispersés, par là même malaisément décelables par le planteur. Ces noyaux d'infection représentent une forme insidieuse de la maladie et constituent à eux seuls un danger réel.

La lutte contre une affection de ce genre a d'autant plus de chances de succès que les mesures adéquates seront prises précocement. Il est certes plus aisé, avec les moyens dont on dispose déjà maintenant, d'empêcher l'extension des petits foyers endémiques, que de lutter d'une manière incertaine et beaucoup plus coûteuse contre une épidémie largement étendue.

Les caféières atteintes par l'épidémie doivent être traitées avec rigueur et continuité ; c'est à ce prix, qui peut être élevé, que l'on jugulera finalement le fléau. Dans les plantations où l'épiphytie n'est pas encore repérée, les planteurs devront veiller à dépister l'infection et traiter immédiatement les petits foyers découverts.

La dispersion actuelle de la fusariose dans un nombre restreint de caféières congolaises, est un élément qui permet d'augurer favorablement une efficace prémunition.

Pour entreprendre fructueusement le dépistage et le contrôle des foyers, les planteurs doivent pouvoir identifier rapidement la maladie. Le but de cette note est de leur donner, dans la mesure de nos connaissances actuelles, tous les renseignements nécessaires au dépistage et à la lutte.

La surveillance phytosanitaire doit être étendue à la totalité des plantations : comme toujours dans des cas de ce genre, il serait vain d'être vigilant si le voisin se confine dans une dangereuse insouciance.

SYMPTOMES

La trachéomycose du caféier est une maladie infectieuse, généralement fatale pour tout plant atteint ; elle est capable de se répandre très rapidement dans une plantation. Il importe donc pour éviter cette extension préjudiciable, de repérer le mal avec certitude dès ses premières manifestations ; le succès final de la lutte qui vise à l'extinction des foyers initiaux dépend de la précocité de l'intervention.

Symptômes externes.

Le jaunissement, le brunissement et enfin la chute des feuilles sont les symptômes essentiels qui apparaissent dans la cime des caféiers. Souvent les feuilles se crispent avant de brunir, deviennent

fort fragiles et tombent même avant leur dessiccation complète. Les rameaux se flétrissent, les fruits qu'ils portent noircissent et peuvent tomber.

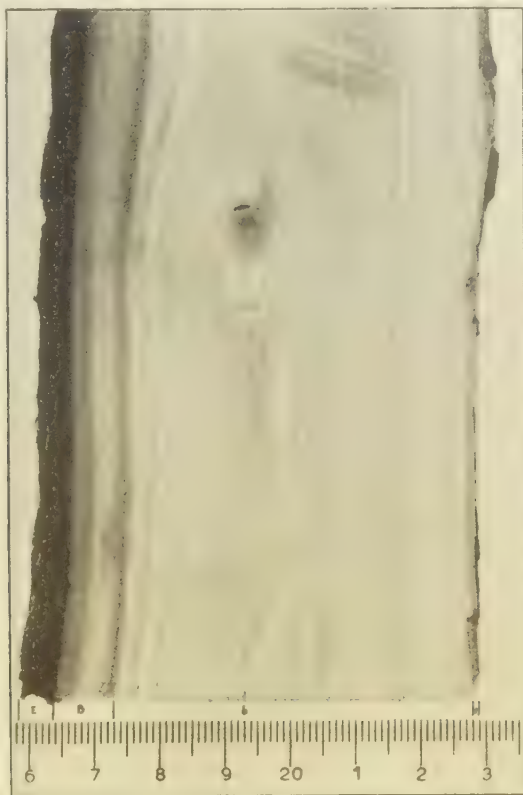


Photo A. FALIZE.

Fig. 3.

Coupe axiale dans un fragment de tige de caféier Robusta atteint de trachéomycose (en secteur).

Le plan de la coupe passe par le secteur atteint.

c : écorce saine, épaisseur et couleur normales.

E : écorce malade, hypertrophiée et noire sur toute son épaisseur.

b : bois sain. - B : bois jeune malade, gris brunâtre.

Ces manifestations traduisent la fanaison progressive des organes aériens : elles intéressent soit l'ensemble de la couronne, soit une ou quelques branches seulement (fig. 1 et 2) avant de se généraliser à toute la cime. L'évolution peut être rapide et dans certains cas, l'ou-

droyante. En réalité, ces marques extérieures de flétrissement manifestent d'une manière apparente la phase ultime de la maladie.

Si l'attention se porte sur la base des troncs d'un arbre malade, on constate que l'écorce tend à s'hypertrophier et se crevasser ; dans

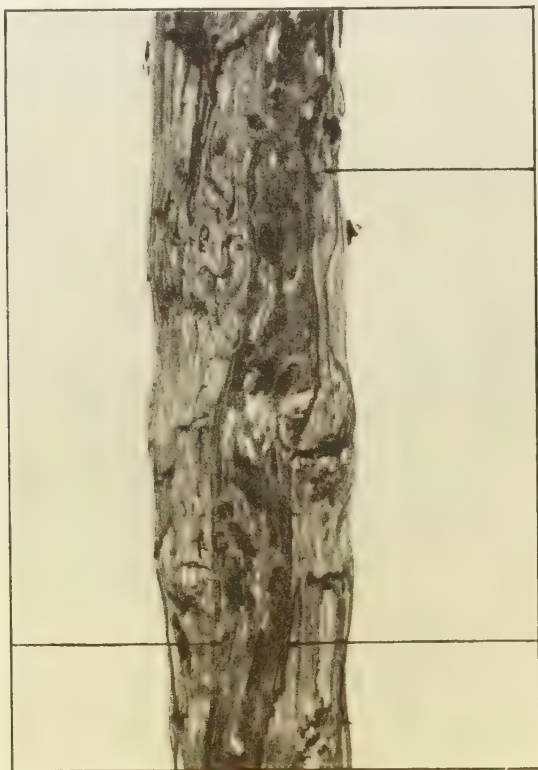


Fig. 4.

Photo A. FALIZE.

**Fragment d'une tige de caféier Robusta
atteint de trachéomycose.**

L'écorce a été grattée superficiellement. À remarquer le ruban noirâtre (symptôme typique) qui monte le long de la tige.

toute son épaisseur, elle est noircie ou brunie. Le dégagement de cette écorce fait apparaître le bois jeune sous-jacent qui est également bruni sur une profondeur variable (fig. 3).

Le noircissement de l'écorce et le brunissement du bois jeune sont visibles sur tout le pourtour du tronc ou, plus souvent, se présentent sous l'aspect de bandes ou rubans montant vers le haut, soit

verticalement, soit légèrement en spirale (fig. 4). Ces bandes noires prennent origine au collet ou sur certaines racines superficielles : elles sont discernables jusqu'aux premières branches chez les individus où la maladie a suffisamment évolué.



Photo A. FALIZE.

Fig. 5.

Base d'un caféier Robusta mort de trachéomycose.

A remarquer les fissures (A) de l'écorce où s'organisent les périthèces du champignon parasite. Certaines racines sont malades et s'excorient facilement (B). Un tel sujet est infectieux.

La région du collet est généralement celle où ces symptômes sont le plus accusés. A ce niveau, les crevasses de l'écorce sont souvent plus profondes, et contiennent parfois des petits corps globuleux bleu noirâtre reposant sur une pellicule continue de même coloration ; ces formations ne sont autres qu'une forme de fructification du champignon responsable de la maladie (fig. 5 et 6).

Symptômes internes.

L'examen microscopique du bois jeune et de l'écorce montre, sur un plant malade, des tissus intérieurement colonisés par les filaments (mycélium) d'un champignon. Les vaisseaux du bois sont le plus

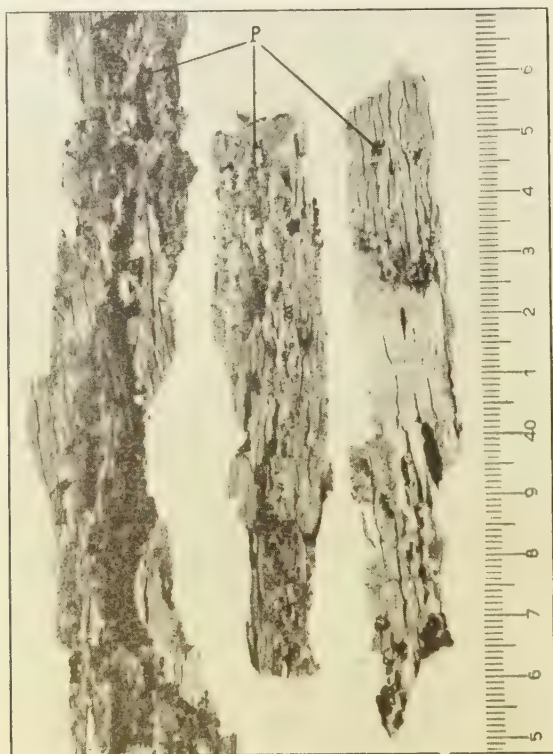


Photo A. FALIZE.

Fig. 6.

Fragments d'écorce de caféier Robusta
mort de trachéomycose.

A remarquer la présence de nombreux petits corps globuleux bleu noirâtre (périthèces de la forme *Gibberella*) (P), qui apparaissent en surface et dans les petites crevasses.

abondamment envahis par un mycélium incolore, et sont obstrués à divers niveaux par des amas cellulaires (thylles) et des formations gommeuses.

Cet envahissement des vaisseaux (ou trachées) de la plante par

le champignon parasite est la caractéristique essentielle de l'affection, d'où le nom de trachéomycose que l'on a coutume de donner aux maladies des plantes dues à des champignons du genre *Fusarium* et analogues. Ces amas mycéliens et cellulaires finissent par obstruer complètement les vaisseaux conducteurs de la sève minérale, empêchent l'alimentation en eau de la plante et entraînent la fanaison progressive des organes aériens (d'où le terme anglais de « wilt »).

Evolution des symptômes.

La contamination du caféier par le champignon se réalise au niveau du collet ou des racines vivant dans la couche superficielle du sol.

L'envahissement ultérieur s'effectue par voie interne, d'abord dans le bois jeune, puis dans l'écorce qui le recouvre. Dans le bois jeune, le parasite se répand du bas vers le haut, donc d'abord dans la tige, puis dans les branches et finalement dans les rameaux.

L'infection progresse plus rapidement vers le haut que dans toute autre direction, d'où la présence des rubans foncés montant le long de la tige.

Intérêt pratique de la connaissance des symptômes.

La connaissance des symptômes permet l'identification rapide et sûre de la maladie. Le seul critère propre à cette affection consiste dans le *noircissement* de l'écorce et le *brunissement* du bois sous-jacent, le plus souvent sous forme de *rubans* d'importance variable. Ceux-ci sont repérables chez les arbres dont la cime n'extériorise encore aucun indice d'infection, ou du moins, ne montre que quelques rameaux dépouillés et flétris à l'extrémité d'une branche ou d'une tige.

Le dessèchement progressif ou parfois soudain de la cime correspond à la phase finale de l'affection et ne constitue pas un symptôme propre à la trachéomycose.

LE PARASITE

L'agent de cette maladie est un champignon dont les filaments mycéliens abondent dans les vaisseaux du bois jeune mais cheminent également dans les autres tissus; ils peuvent traverser l'écorce jusqu'à la surface, et, dans certaines conditions (forte humidité, par exemple), se développent vers l'extérieur sous forme d'organes (conidiophores) qui produisent des conidies ou spores capables de

germer ultérieurement et de propager le champignon. Il s'agit donc d'une multiplication végétative aboutissant à la formation d'un très grand nombre de germes infectieux, disséminés à partir de toute la surface des tissus malades de l'hôte (rubans noirs) par le vent, la pluie ou les hommes. Ces spores infectent d'autres individus sains ou aboutissent au sol, dans lequel le champignon est probablement capable de vivre sur des détritux végétaux avant d'envahir les tissus d'un nouveau caféier.

Dans ce processus de multiplication végétative intervient la forme conidienne du champignon, pour laquelle HEIM et SACCAS (1950) ont adopté le nom de *Fusarium xylarioides* proposé par STEYAERT. Mais ce champignon possède aussi une forme de reproduction parfaite : il se différencie en périthèces, réceptacles en forme de petites bouites, où prennent naissance des ascques contenant des ascospores ; ces périthèces sont précisément les corpuscules globuleux bleu noirâtre que l'on trouve dans les crevasses de l'écorce, surtout vers le collet, dans les cas où la maladie est déjà avancée. Ils sont insérés sur un feutrage mycélien continu de même coloration tapissant le fond des crevasses. Les ascospores sont disséminées et contribuent à la propagation active du champignon et donc de la maladie. A la forme ascomycète (avec périthèces), HEIM et SACCAS ont donné le nom de *Gibberella (Carbuncularia) xylarioides* (STEYAERT) HEIM et SACCAS.

Par ses conidies (forme *Fusarium*) et ses ascospores (forme *Gibberella*), le champignon est donc à même de coloniser les environs d'un caféier malade ou mort de trachéomycose. *C'est cette diffusion des germes infectieux qu'il faut éviter à tout prix.*

S'il est impossible d'anéantir les millions de spores disséminées à partir d'un caféier mort (ou sur le point de mourir), l'on peut néanmoins empêcher un sujet malade de devenir une source d'infection active en le traitant dès l'apparition des premiers symptômes.

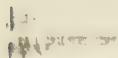
La transmission éventuelle de la maladie par les graines de caféiers malades n'a pas été vérifiée jusqu'ici.

PROGRESSION DE LA MALADIE DANS LES PLANTATIONS

Le caractère épidémique de la maladie.

Dans un champ nouvellement attaqué, les quelques caféiers atteints sont généralement isolés les uns des autres et entourés d'arbres sains.

Le nombre de sujets malades augmente progressivement et il se forme ainsi de petits foyers groupant quelques individus. A la longue, on observe des plages continues comportant un nombre considérable d'arbres morts ou malades. Quelques caféiers intacts peuvent subsister au sein de ces colonies infectées.



Les facteurs susceptibles d'influencer sa propagation.

Dans sa phase initiale, l'épidémie se propage d'une manière aberrante, non encore clairement expliquée. De nombreux facteurs président à un tel comportement :

— Le mode de dispersion de l'organisme parasite.

La transmission des germes infectieux par voie aérienne joue vraisemblablement un rôle plus important que la propagation par le sol, d'où la nécessité de contrecarrer au maximum la dissémination des spores du champignon.

— Les degrés divers de susceptibilité du matériel de plantation.

Il a été observé à Yangambi que les différentes lignées de caféier *robusta* réagissent différemment à la maladie : certaines sont très susceptibles, tandis que d'autres font preuve d'une certaine résistance.

— L'âge du caféier.

Bien que la fusariose puisse atteindre des plantules en pépinière, il semble néanmoins que l'entrée en production soit une circonstance propice au développement extensif du mal.

— La conduite du caféier.

Le mode de taille n'apparaît pas comme un élément influençant d'une façon appréciable le comportement du caféier vis-à-vis de la fusariose. Toutefois, un taux d'infestation légèrement supérieur a été constaté à Yangambi pour les caféiers conduits en multicaulie. Il n'est pas exclu que, dans ce cas, les plaies importantes subies lors des recépages périodiques soient de nature à favoriser la pénétration du parasite.

— D'une manière générale, cette pénétration est probablement facilitée par les traumatismes occasionnés au caféier au cours des diverses opérations culturales (taille, ébourmandage, récolte, sarclage, etc).

LES MOYENS DE LUTTE

L'utilisation de lignées résistantes.

Les différences de susceptibilité très nettes observées entre diverses lignées de caféier *robusta* permettent de supposer que l'on évitera de graves mécomptes en ne plantant que des lignées résistantes. Cette solution toutefois n'est pas encore d'application immédiate.

La lutte curative et préventive.

Dans les conditions actuelles, on portera surtout l'attention sur les moyens de lutte préventifs et curatifs aptes à étouffer les foyers initiaux et à enrayer ainsi la propagation de la maladie.

Les règles suivantes s'imposent :

1. — SURVEILLANCE PHYTOSANITAIRE DE LA PLANTATION

On ne saurait trop insister sur la nécessité d'une surveillance constante et attentive de toute la plantation, de manière à repérer les foyers dès leur apparition.

2. — IDENTIFICATION DES CAS DE TRACHEOMYCOSE FUSARIENNE

Tout caféier dont l'aspect est anormal (dessèchement partiel ou généralisé de la cime) retiendra l'attention.

En vue de s'assurer de l'infection typique d'un plant, on procédera au grattage superficiel de l'écorce sur tout le pourtour et à divers niveaux des tiges, surtout vers le bas, afin de repérer la présence de rubans noirâtres le long du tronc, indice le plus sûr de la maladie.

Il ne faut pas confondre ces bandes noirâtres étendues avec la présence de petites plages foncées arrondies ou ovales qui ne sont que des chancres de la tige.

Le flétrissement plus ou moins étendu de la cime n'est pas un symptôme propre à la trachéomycose. D'autres maladies, comme les pourridiès radiculaires et le « topsterfte », entraînent également la défoliation.

L'apparition des symptômes dans la tige précède la fanaison progressive de la cime ; par conséquent, les caféiers qui ne manifestent encore que des traces de dessèchement de la couronne seront examinés attentivement au niveau du tronc.

Toutes les plaies dues au grattage seront traitées par un fongicide (bouillie bordelaise forte, pâte à l'oxychlorure de cuivre, ou spécialité antichancré).

3. — REPERAGE DES ARBRES ATTEINTS DE FUSARIOSE

On indiquera utilement à la couleur, d'une manière visible, tout arbuste reconnu comme atteint par la fusariose.

4. — TRAITEMENT IMMEDIAT DES SUJETS ATTEINTS

a) Destruction des germes infectieux à la surface des tissus atteints.

Il ne s'agit pas d'attendre pour agir curativement, que les caféiers malades deviennent infectieux par suite de la fructification du champignon à la surface des organes malades ou morts. Par conséquent, dès que les premiers symptômes se manifestent (rubans noirâtres le long du tronc), il est nécessaire de tuer les germes pathogènes en pulvérisant tous les organes aériens, surtout les troncs à l'aide de carbolineum à 10 % dans l'eau, ou de bouillie bordelaise forte, ou encore de tout autre fongicide efficace.

Cette opération sera effectuée en tout premier lieu, et si possible immédiatement après le repérage des individus atteints.

b) Eradication des arbres malades.

Les racines sont atteintes et le sol est très probablement infesté de mycélium et de spores. Il faut donc, après la pulvérisation, arracher le caféier, système racinaire compris, le débiter puis l'incinérer *sur place*. Il est à conseiller également de pulvériser ou de répandre du carbolineum sur le sol remué et les parties souterraines mises à jour. Il faut éviter tout transport de caféiers ou parties de caféiers malades, ce qui serait de nature à propager la maladie dans la plantation.

Remarques sur la méthode de lutte préconisée.

Les diverses opérations (repérage, pulvérisation, arrachage et brûlage) doivent se suivre d'aussi près que possible. *Un arbre atteint typiquement est de toute façon condamné*, il faut donc consentir à son sacrifice même s'il ne paraît encore que faiblement ou partiellement endommagé. Cette méthode de lutte peut paraître draconienne : appliquée dès l'apparition du mal, elle est cependant susceptible d'éteindre les premiers foyers infectieux et d'éviter ainsi une extension épidémique de la maladie.

C'est en partie sur l'adoption de règles similaires que l'on base, en Côte d'Ivoire (JACQUES-FÉLIX, 1950), la reconquête du terrain

perdu pour la culture du caféier du fait de la trachéomycose. À Yangambi, à la fin de 1949 et au début de 1950, la fusariose progressait dans les divers champs de caféiers *robusta*. Le traitement tel que préconisé et appliqué depuis plus d'un an, a très nettement entravé l'extension de la maladie.

ORGANISATION D'UN GROUPE SANITAIRE CHARGE DE LA LUTTE CONTRE LA MALADIE

Equipe de repérage.

Elle se compose d'un moniteur et de son aide. Le moniteur est muni d'un greffoir, pour gratter les arbres suspects.

Accessoirement, il dispose d'un parcellaire sur lequel il situe l'emplacement exact des plants malades. Ce report sur plan permet au planteur de suivre aisément l'évolution de la maladie.

L'aide porte deux récipients, l'un renferme un produit fongicide dont il badigeonne toutes les plaies de grattage sur les arbres examinés et reconnus indemnes de fusariose. L'autre contient la couleur pour le marquage des arbres infectés.

Le moniteur veillera à désinfecter le greffoir chaque fois qu'il aura servi à repérer un plant malade.

Cette équipe parcourt systématiquement toute la plantation au rythme d'un passage mensuel, à la cadence de $\frac{1}{2}$ à 4 ha par jour selon le degré d'infestation.

Au sortir des rangées de caféiers où des cas de fusariose ont été relevés, le moniteur fiche en terre, à l'intention des équipes chargées des pulvérisations et des incinérations, un nombre de bâtonnets égal à celui des arbres à traiter.

Equipe de pulvérisation.

Les pulvérisateurs simples à dos, à pression préalable ou à pression entretenue, conviennent parfaitement. Le nombre de caféiers qu'un homme peut traiter journellement, dépend essentiellement de leur mode de distribution sur le terrain.

La pulvérisation est pratiquée à refus, c'est-à-dire jusqu'au moment où le liquide ruisselle sur les surfaces traitées ; elle consomme en moyenne $\frac{3}{4}$ de litre par plant.

Equipe d'arrachage et de brûlage.

Une fois le sujet traité au fongicide, l'éradication peut être différée de trois à quatre jours.

Cette latitude est judicieusement exploitée soit pour mettre à la disposition des équipes affectées aux opérations d'arrachage et d'incinération un nombre suffisant d'arbustes à détruire, soit encore pour attendre, en saison de fortes pluies, le moment propice à une bonne incinération.

Contrôle des travaux.

Ces différentes équipes doivent être suivies de très près par le planteur. Afin d'augmenter la portée de cette surveillance, l'on peut élargir les attributions du groupe sanitaire en lui confiant le soin de repérer et de traiter par les moyens appropriés, outre la fusariose, toutes les affections endémiques de la plantation.

RECOMMANDATIONS POUR LES CONSULTATIONS DEMANDEES AU LABORATOIRE CENTRAL DE PHYTOPATHOLOGIE DE YANGAMBI

Le Laboratoire central de Phytopathologie et d'Entomologie de Yangambi se tient à la disposition des planteurs pour leur fournir tous renseignements complémentaires et pour confirmer les cas douteux.

Il est recommandé de ne pas envoyer des caféiers ou fragments de caféiers morts, mais bien des échantillons (racines, collet, fragments de tiges, branches) prélevés sur des arbres vivants où le parasite est en pleine activité.

Avant l'expédition, ces prélèvements seront séchés à l'ombre, puis étiquetés et emballés individuellement dans du papier, par exemple.

Les échantillons sont d'autant plus propices à l'examen, qu'ils sont prélevés sur des arbres où l'infection est encore active et qu'ils mettent peu de temps pour parvenir au Laboratoire.

Il est toujours intéressant de compléter la demande de renseignements par une description succincte de l'importance prise par la maladie, la façon dont elle se propage, les différences de comportement selon les conditions de site, de sol ou de culture.

Les demandes de renseignements d'ordre phytopathologique seront les mieux rédigées sur les formulaires *ad hoc* mis à la disposition du public par les divers Laboratoires de la Division de Phytopathologie et d'Entomologie de l'INEAC et par les Services provinciaux de l'Agriculture.

BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE

- DELASSUS, M. — *La trachéomycose du caféier en Côte d'Ivoire*. « Bull. trim. C. R. A. », Bingerville, 1, 2, p. 1-15 (1951).
- FRASELLE, J. — *Observations préliminaires sur une trachéomycose de Coffea robusta*. « Bull. agric. Congo belge », Bruxelles, XLI, 2, p. 361-372 (1950).
- GUILLEMAT, J. — *Quelques observations sur la trachéomycose du Coffea excelsa*. « Rev. Bot. appl. Agri. trop. », XXVI, 287-288, p. 542-550 (1946).
- HEIM, R. et SACCAS, A. — *La trachéomycose des Coffea excelsa et robusta des plantations de l'Oubangui-Chari*. « C. R. Séanc. Acad. Sci. », Paris. CCXXXI, 11, p. 536-538 (1950).
- JACQUES-FÉLIX, H. — *Première action contre la trachéomycose du caféier en Côte d'Ivoire*. « Min. Fr. Outre-Mer », Nogent, 11 p. (1950).
- SACCAS, A. — *Recherches préliminaires sur la trachéomycose du Coffea excelsa CHEV.* « Bull. Stat. Centr. Boukoko », I, 1, p. 3-43 (1950).
- SACCAS, A. — *La trachéomycose (carbunculariose) des Coffea excelsa, néo-Arnoldiana et robusta en Oubangui-Chari*. « Agr. trop. », VI, 9-10, p. 453-506 (1951).
- STEYAERT, R. L. — *Contribution à l'étude des parasites des végétaux du Congo belge*. « Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. », LXXX, Sér. 2, XXX, 1-2, p. 11-58 (1948).

Le bouturage du Cacaoyer

PAR

G. VALLAEYS,

Assistant à la Division du Caféier et du Cacaoyer
de l'INEAC.

SOMMAIRE

I. — GENERALITES

1. — Avantages du bouturage.
2. — Principe de la méthode.
3. — Description des multiplicateurs.
4. — Le substrat de bouturage.

II. DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE ADOPTÉE A YANGAMBI

1. — Origine et production du bois de boutures.
 - a) Conséquences du dimorphisme des axes ;
 - b) Moyens d'obtenir des boutures :
 - Prélèvement direct ;*
 - Taille ;*
 - Parcs à bois.*
2. — Pratique du prélèvement des boutures.
3. — Toilette des boutures.
4. — Traitement aux substances de croissance.
5. — Mise en place des boutures.
6. — Réglage des conditions de l'enracinement.
 - a) *Humidité, température et luminosité ;*
 - b) *Arrosages.*
7. — Enracinement.
8. — Transplantation en paniers.
9. — Phases de l'acclimatation.
10. — Mise en pépinière.

III. — PREMIERS RESULTATS OBTENUS

I. — GENERALITES

1. — Avantages du bouturage.

Les plantations de cacaoyers et de caféiers établies à partir de semenceaux présentent une forte variabilité dans leur développement et leur production ; la qualité même du produit marchand diffère parfois d'un plant à l'autre.

En vue de pallier cet inconvénient, les agronomes se sont tournés, depuis longtemps déjà, vers la multiplication végétative, telle que la greffe et le bouturage ; ce mode de reproduction est plus à même d'assurer l'homogénéité des plantations et surtout de reproduire fidèlement les caractères des types les plus favorables.

Le bouturage a été fréquemment essayé, mais souvent sans succès, de sorte que le greffage est resté longtemps l'unique moyen de propagation végétative ; aujourd'hui, il n'en est plus de même, et le bouturage est en voie de supplanter la greffe, en évitant les imperfections de celle-ci. Le principal argument qui a milité en faveur de l'adoption du bouturage réside dans l'élimination de l'influence du porte-greffe sur le greffon : l'on sait en effet que cette influence, très nette, induit une certaine variabilité, atténuée certes, mais parfois notable encore, d'un plant greffé à l'autre.

Ajoutons encore, en faveur du bouturage, l'occurrence de cas d'incompatibilité sujet-greffon.

Le bouturage présente d'ailleurs d'autres avantages : technique simple et rapide, économie de main-d'œuvre spécialisée. Il élimine encore certains inconvénients, inhérents au greffage, tels que la formation, sur le porte-greffe, de rejets qu'il importe d'éliminer.

La simplicité relative du bouturage, jointe au gain de temps qu'elle permet de réaliser, contribuent à réduire le prix de revient de la multiplication ; enfin, l'emploi de substances de croissance, stimulant l'enracinement, permet des taux de réussite déjà élevés (75 %), que l'on espère augmenter sensiblement dans un proche avenir.

2. — Principes de la méthode.

Le cacaoyer a été longtemps réputé rebelle au bouturage ; cette manière de voir s'est modifiée lorsque E. PYKE et E. CHEESMAN, à Trinidad, ont montré que les boutures de pousses à peine aoûtées s'enracinaient assez facilement. Le secret de la réussite réside dans le

maintien temporaire des feuilles sur les plançons. En effet, les réserves emmagasinées dans le bois ne suffisent pas à assurer le développement simultané d'un cal de cicatrisation, de racines et de bourgeons. la présence de tissu chlorophyllien en activité est donc nécessaire pour l'élaboration de substances nutritives.

La condition fondamentale du succès consiste dans la réalisation d'un milieu saturé d'humidité : à cette fin, l'« Imperial College of Tropical Agriculture » de Trinidad (I. C. T. A.), a mis au point des multiplicateurs à châssis vitrés, devenus classiques. L'usage de ces couches réalisant un milieu confiné, permet de combiner judicieusement les facteurs humidité, luminosité, température. Par suite de l'effet de serre obtenu à l'intérieur de châssis vitrés, l'échauffement est rapide et la température tend bientôt à dépasser le seuil léthal pour les boutures. C'est pourquoi la température à l'intérieur des multiplicateurs doit être modérée par des dispositifs divers.

Parmi ces artifices, le premier qui s'impose à l'esprit est l'atténuation de la radiation solaire, et par là même de l'énergie calorifique : il importe néanmoins de procurer aux boutures la luminosité optimum exigée par la fonction photosynthétique, celle-ci étant indispensable pour alimenter les plançons, insuffisamment pourvus de réserves, dans le temps où se forment les ébauches de nouvelles racines. L'optimum lumineux pour la photosynthèse du cacaoyer s'établit heureusement à un niveau relativement bas : 25 à 30 % de la radiation totale.

Un autre moyen de diminuer la température réside dans l'action réfrigérante liée à l'évaporation d'une lame d'eau : une pellicule d'eau maintenue au contact des châssis vitrés s'évapore et absorbe de ce fait une partie notable du potentiel calorifique de la radiation, entraînant *ipso facto* un refroidissement indirect des couches.

Signalons au passage la technique mise au point par G. BOWMAN, consistant à créer des couches à ciel ouvert et à entretenir en permanence — du lever au coucher du soleil — un brouillard artificiel au-dessus des boutures.

3. — Description des multiplicateurs.

Les multiplicateurs sont du type « I. C. T. A. Propagators ». Ce sont des coffres en maçonnerie, comportant chacun 12 compartiments adossés deux à deux. Les murets ont 85 cm à la partie antérieure et 90 cm au milieu de la construction. Chaque compartiment mesure 75 cm de large sur 90 cm de long : le fond est cimenté et l'on

y ménage des trous de drainage. Les cadres supportant le vitrage reposent directement sur les petits murs, et chaque cellule possède un couvercle vitré à charnières. Un lattis, fixé à 2,80 m au-dessus du sol, surmonte les batteries de propagateurs, qu'il déborde largement de part et d'autre. Ce toit ajouré intercepte environ 65 % de la radiation totale. Une protection latérale est également aménagée au moyen de lattis suspendus verticalement, et éventuellement par des haies vives. Malgré les nombreux avantages pratiques du multiplificateur décrit ci-dessus, d'autres types peuvent parfaitement convenir.

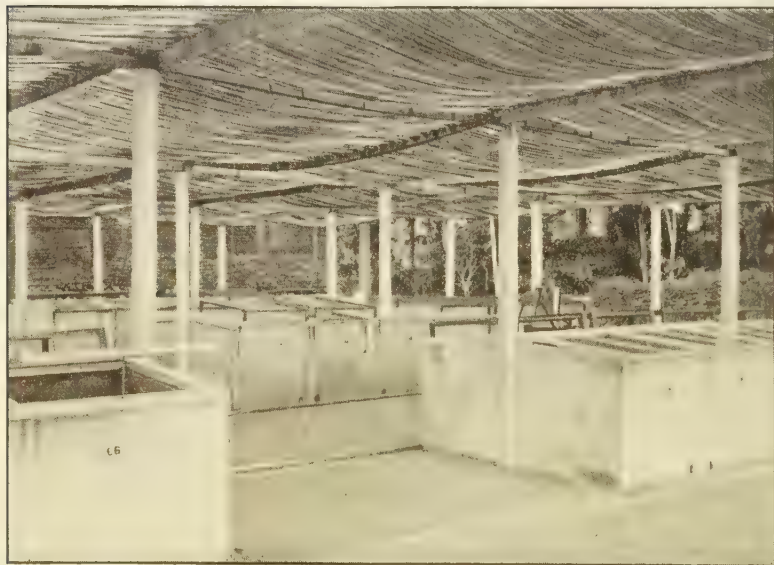


Photo P. WITTEWRONGEL.

Fig. 1.

Aspect des installations de bouturage à Yangambi.

4. — Le substrat de bouturage.

Le substrat de bouturage est constitué, de bas en haut, de trois couches de briques posées à plat en ménageant des intervalles de drainage, de gravier de calibre décroissant, et enfin d'un lit superficiel de 15 cm de sable dont le niveau supérieur se situe à 30 cm sous les châssis.

Le sable, milieu uniforme, sain, perméable et aéré, convient parfaitement à l'enracinement des boutures dont les extrémités, au contraire, s'altèrent rapidement dans la terre ou le terreau.

Le rythme et l'abondance des arrosages doivent être correctement adaptés au degré de finesse du sable qui, en lui-même, n'a pas une importance primordiale, mais dont l'homogénéité est souhaitable, afin d'éviter le colmatage des lacunes par des éléments plus fins.

Après l'enlèvement des boutures, il faut procéder à la vidange complète des compartiments : le sable est lavé et tamisé à nouveau pour lui rendre sa structure poreuse et éviter son tassement. Le gravier est également lavé afin de le débarrasser des particules siliceuses. A défaut d'une stérilisation systématique du substrat, il est indispensable de le renouveler fréquemment : l'expérience démontre en effet la chute progressive des taux de réussite, déclin qui est dû au développement des microorganismes.

A Costa-Rica, la sciure de bois compostée a été utilisée en guise de substrat.

II. — DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE ADOPTÉE A YANGAMBI

1. — Origine et production du bois de boutures.

a) *Conséquences du dimorphisme des axes.*

Le cacaoyer est caractérisé par un dimorphisme très net de ses pousses : les rameaux plagiotropes se développent horizontalement ou obliquement, tandis que les gourmands, orthotropes, produisent des axes verticaux. D'après la bibliographie, le bois de rameau, plagiotrope, fournit un enracinement nettement traçant, qui évolue par la suite en un système mieux ancré dans le sol : les racines qui apparaissent sur les boutures prélevées sur des gourmands pénètrent verticalement dans le sol pour constituer très vite un enracinement pivotant. Ainsi donc, le bois de branche fournirait des arbres à port dissymétrique, par suite du développement simultané du bourgeon terminal lorsqu'il existe et de pousses latérales nées parfois très bas : par contre, les arbres issus de bois de gourmand acquerraient un aspect mieux conformé, analogue à celui des individus provenant de semenciers, par développement exclusif du bourgeon terminal, ou à défaut, d'un seul bourgeon latéral.

En fait, nous ne pouvons ratifier entièrement une telle description car nous n'avons pas relevé de différence aussi nette entre les systèmes radiculaires des deux types de boutures (ortho- et plagiotrope). Les racines obtenues sur les portions de gourmand sont, dans



Photo P. WITTEWRONGEL.

Fig. 2.

Bouture à une feuille, de bois orthotrope,
en panier depuis six semaines.

Remarquer le développement de la « poussée végétative ».

leur majorité, identiques en tous points aux racines des boutures de bois plagiotrope, du moins lors du repiquage. Les deux types de plançons s'enracinent d'ailleurs avec le même succès, et quelque prévision que l'on puisse garder à l'égard des boutures de rameau, les cacaoyers obtenus de cette manière n'apparaissent aucunement inférieurs aux autres. En effet, une des racines du système fasciculé prend très vite un développement prépondérant, pénètre tout droit dans le sol, et joue le rôle du pivot typique tel qu'il se manifeste chez les plants de semis.

La croissance des pousses végétatives du cacaoyer progresse par bonds successifs, séparés par une période de repos plus ou moins longue. Les axes qui viennent de subir une « poussée » de croissance conviennent le mieux pour former des boutures lorsque leurs feuilles ont tout juste acquis leur rigidité caractéristique et une coloration vert foncé ; l'écorce duveteuse est encore verte à la base ou bronzée tout au plus.

On choisira donc des pousses vigoureuses, épaisses de 7 mm au moins, mais correspondant au bois formé lors de la dernière période de croissance. D'ailleurs, les feuilles trop âgées, qui ont perdu déjà leur couleur vert foncé, tombent à bref délai ; or, nous avons vu que la présence de feuilles en activité est absolument indispensable à la réussite du bouturage. D'autre part, l'expérience a établi que le temps d'enracinement du bois ancien — en admettant même que le système racinaire se développe — est considérable par rapport aux boutures de bois jeune.

Un rameau de longueur suffisante, répondant aux conditions posées ci-dessus, peut fournir parfois plusieurs boutures ; des pousses d'une telle vigueur sont cependant peu courantes en plantation et ne se présentent en général que sur des individus de moins de 5 ans, en pleine croissance. Chez les arbres adultes, les poussées végétatives se raréfient, sont moins vigoureuses, ne produisant dès lors que des boutures à entre-nœuds courts, dont les feuilles ne tardent pas à jaunir et à tomber.

b) *Moyens d'obtenir des boutures.*

Prélèvement direct.

Le prélèvement du bois de bouture sur des arbres pour la plupart adultes, repérés dans les plantations, ne constitue qu'une solution assez limitée dans ses résultats.

La quantité de gourmands disponibles sur les arbres de valeur dont on désire assurer la multiplication est, dans ces conditions, assez réduite. On peut toutefois utiliser des boutures à une seule feuille (« single-leaf cutting »), procédé susceptible de quintupler le nombre des plançons utilisables pour une même longueur de bois. Nous avons constaté cependant que ces boutures s'enracinent beaucoup plus lentement ; la perte est assez élevée du fait de la chute possible de la feuille unique. C'est pourquoi, en fin de compte, il est plus facile de s'adresser, dans ces conditions, aux boutures de bois plagiotrope, munies de plusieurs feuilles et qui fournissent un taux de réussite supérieur.

Dès que le programme de bouturage atteint une certaine ampleur, il paraît donc nécessaire de recourir à d'autres méthodes de production du bois à bouturer.

Taille.

La première solution qui se présente, consiste à susciter le développement de gourmands par une taille appropriée : quelques semaines plus tard se déclenchent de nouvelles poussées végétatives. L'apparition de pousses orthotropes est cependant liée à une taille sévère : il est nécessaire de sectionner les branches atteignant 5 cm de diamètre et plus. Une taille plus modérée entraîne le développement de pousses pour la plupart plagiotropes. La taille appliquée à des sujets jeunes donne des résultats imprévisibles, toujours très variables.

Parcs à bois.

La création de parcs à bois s'offre ensuite à notre attention. Elle permet de pallier les inconvénients du prélèvement direct et surtout d'assurer une production abondante et homogène de bois à boutures. Les conditions de milieu d'un parc à bois sont uniformes et réglables ; nous songeons ici surtout à l'ombrage. Il est aisé d'accorder aux jeunes plants tous les soins requis, de leur appliquer des fumures et une taille appropriée ; toutes ces pratiques sont de nature à favoriser la production de grandes quantités de pousses vigoureuses.

Dans cet ordre d'idées, plusieurs possibilités se présentent :

Un procédé, assez lent, consiste à planter en parc à bois des boutures de gourmands disponibles immédiatement : des tailles répétées, combinées avec l'extension progressive du parc à partir du matériel prélevé, sont finalement à même de fournir une récolte de boutures correspondant à la capacité des multiplicateurs.

On peut envisager également la création de parcs à bois au départ de boutures plagiotropes, les plants étant soumis dans la suite à une intervention visant au développement de pousses orthotropes. Ce procédé ne donne que des résultats partiels, généralement peu satisfaisants ; il faut d'ailleurs attendre que les boutures aient 18 mois pour procéder aux interventions.

La méthode la plus intéressante réside dans la combinaison de l'écussonnage et du bouturage ; elle consiste à greffer des yeux de bois plagiotrope sur des sujets âgés d'un an (± 8 mm de diamètre), et rabattre ensuite les rejets de scion : une certaine proportion des plants produira dans ces conditions des gourmands. On peut encore procéder autrement : des yeux de gourmand, plus volumineux, sont greffés sur des sujets âgés (± 25 mm de diamètre) ; cette dernière méthode est susceptible de fournir, après 6 mois, une quantité suffisante de bois à boutures orthotrope, mais elle exige l'entretien de pépinières importantes.

2. — Pratique du prélèvement des boutures.

BOWMAN a établi que le moment optimum de la récolte du bois à boutures est 9 heures du matin, alors que les conditions déjà favorables de la luminosité ont permis une activité photosynthétique intense. Cette assertion infirme donc l'opinion admise selon laquelle on obtiendrait les meilleurs résultats en prélevant les boutures dès l'aube. Les rameaux sont coupés au sécateur, à une longueur dépassant un peu la dimension voulue ; cette extrémité sera réséquée ultérieurement.

Il est primordial de prendre quelques précautions limitant la transpiration des boutures, laquelle provoquerait rapidement la chute des feuilles ; à cet effet, ces dernières sont sectionnées immédiatement à mi-limbe, et les boutures sont plongées dans un seau d'eau porté à l'ombre, et protégé au moyen de toile de sac maintenue humide.

3. — Toilette des boutures.

Précisons dès l'abord, que ce paragraphe concerne uniquement les boutures d'origine plagiotrope.

Les boutures sont transportées dans un local bien abrité, à proximité des multiplicateurs, où l'on procède à leur lavage : elles sont ensuite examinées soigneusement. En principe, 4 feuilles sont conservées et sectionnées plus ou moins sévèrement selon leurs dimensions. Pour estimer les surfaces foliaires à conserver, on tiendra compte du fait que, si la rapidité et la vigueur de l'enracinement sont propor-

tionnelles à la surface foliaire, la transpiration en est une fonction directe également. Il faut donc prémunir les boutures contre la chute des feuilles, en ne conservant qu'une partie raisonnable de celles-ci. Le maintien d'une seule feuille, même sectionnée, suffit d'ailleurs à la réussite.

Les boutures sont sectionnées à la longueur voulue — 20 cm — en biseau long. Cette dimension s'est avérée la plus commode, parce qu'elle permet l'obtention à plus bref délai d'un matériel apte à la mise en place définitive. Des boutures très courtes requièrent aussi des soins plus minutieux. La longueur à donner aux boutures n'a cependant pas, en soi, une importance déterminante : la preuve en est que le bouturage de feuilles, consistant en réalité dans l'enracinement de rameaux très courts, ne comportant qu'un nœud et par suite une feuille, réussit parfaitement. Il s'agit de la méthode mise au point à Surinam (Guyane hollandaise) par STAHEL, que nous avons adoptée pour la multiplication du bois orthotrope : ces boutures s'obtiennent par sectionnement du rameau en autant de fragments qu'il y a de feuilles, et immédiatement au-dessus du bourgeon axillaire de celles-ci ; leur longueur correspond donc à celle des entre-nœuds.

A l'extrémité de certaines boutures terminales se présentent parfois des pousses tendres, en pleine croissance : la suppression de celles-ci est indispensable.

4. — Traitement aux substances de croissance.

L'usage de substances de croissance synthétiques offre un intérêt d'application immédiat, notamment dans la mise au point des techniques de bouturage. Le recours à ces produits rhizogènes n'est pas absolument indispensable, mais il présente de grands avantages :

- 1) rapidité de l'enracinement accrue ;
- 2) augmentation du nombre et de la vigueur des racines adventives ;
- 3) amélioration des taux de réussite ;
- 4) nivellement des différences inhérentes aux facteurs internes ;
- 5) transplantation facilitée, et réalisable à plus brève échéance (cfr 1 et 2).

Trois procédés sont d'application courante, à savoir :

- a) humectation de la base de la bouture, suivie de l'enrobage dans une poudre inerte contenant la substance à très faible dose ;

- b) trempage de longue durée (6 à 48 heures) dans une solution aqueuse dont la concentration, toujours très faible, dépend du temps de traitement adopté ;
- c) trempage très bref (1 seconde) dans une solution concentrée (0,5 %).

Cette dernière méthode nous a semblé la plus pratique ; elle évite en outre l'intoxication éventuelle de la bouture, soit par action localisée de particules solides adhérentes, soit par une absorption trop abondante lors du trempage de longue durée.

Nous avons adopté l'acide 3 indol-butyrique, cette hormone s'est révélée en général la plus efficace chez la plupart des plantes ; elle présente en outre l'avantage d'être utilisable dans une gamme de concentrations étendue sans devenir toxique.

Les bases des boutures, groupées en faisceaux, sont plongées dans la solution jusqu'à 2 ou 3 cm de la section.

5. — Mise en place des boutures.

Les boutures à plusieurs feuilles, dûment préparées, sont plantées dans des trous de 8 à 10 cm de profondeur ménagés dans le substrat des compartiments, chacun de ceux-ci pouvant recevoir quelque 30 à 36 boutures de ce type. L'adoption d'une densité plus forte serait de nature à diminuer le taux de réussite. Evidemment, l'emploi des boutures à une feuille permet une utilisation plus intense des multiplicateurs : il est possible de disposer plus de cent boutures par m², à condition de prévoir un système de soutien des feuilles, soit par un réseau muni de crochets en fer, soit par l'imbrication des feuilles à même la surface du substrat (ARCHIBALD, Tafo, Gold Coast).

6. — Réglage des conditions de l'enracinement.

a) *Humidité, température et luminosité.*

L'atmosphère des compartiments doit être saturée de vapeur d'eau ; un tel milieu est réalisé grâce au confinement des couches, et entretenu par les arrosages.

La luminosité et la température exercent une influence considérable sur l'enracinement des boutures : une insuffisance lumineuse est

cependant moins préjudiciable qu'un excès. Une température excessive entraîne le jaunissement et la chute des feuilles.

Pour atténuer les pointes diurnes de la luminosité, un système régulateur s'avère nécessaire. Nous utilisons à cette fin des cadres



Photo P. WITTEWRONGEL.

Fig. 3.

Boutures à une feuille en multiplicateur.

de treillis moustiquaire en métal, placées à quelques centimètres au-dessus des vitres. Ces écrans, employés uniquement durant les heures d'insolation très forte, interceptent quelque 20 à 25 % de la radiation qui traverse le lattis sus-jacent. Il serait possible aussi d'utiliser un abri à lattes orientables.

La réfrigération de l'atmosphère des couches est réalisée par une pièce de tulle moustiquaire, maintenu constamment humide au contact des vitres ; ce tissu n'absorbe qu'une fraction minime de la radiation, mais contribue à diffuser adéquatement la lumière qui pénètre dans les compartiments.

Le rayonnement solaire arrêté par le lattis représente 65 % de la radiation totale ; les treillis métalliques réduisent encore la fraction résiduelle de 25 %, si bien que, aux heures de plus forte insolation

et à l'intérieur des compartiments, la fraction d'éclairement représente un peu moins de $\frac{1}{4}$ de la luminosité totale.

L'effet de ces divers dispositifs sur la température est également très marquée. Des observations réalisées par forte insolation, au moyen de thermomètres placés dans les couches, à 15 cm des vitres, ont fourni les chiffres suivants :

- lattis seuls 36°
- adjonction de cadres métalliques 32°
- adjonction de tulle humide 28°

Par la combinaison judicieuse de ces écrans, on veillera à maintenir la température intérieure des compartiments à une valeur constamment inférieure à 30°.

b) Arrosages.

La fréquence et l'abondance des arrosages, facteurs primordiaux, dépendent avant tout de la nature du substrat et ne peuvent être déterminés que par tâtonnement. C'est ainsi que, si les chercheurs de Trinidad préconisent trois arrosages par jour, jusqu'à écoulement par les drains, nous avons adopté pour le type de sable que nous employons, le rythme d'un arrosage de 1 à 2 litres par jour et par couche. En outre, afin de maintenir la saturation de l'air tout en assurant le renouvellement sommaire de celui-ci, nous procédons, aux heures chaudes de la journée, à quelques pulvérisations. Cette dernière pratique ne vise qu'à humecter les feuilles et non à accroître l'humidité du substrat.

Il est nécessaire que les tissus de la section basale des boutures disposent d'oxygène en abondance ; une aération insuffisante du substrat, conséquence d'une humidité excessive, est susceptible d'entraîner la nécrose des tissus et par suite, d'empêcher la formation de racines adventives. On évitera donc que le sable soit gorgé d'eau. La dessiccation du substrat est nuisible également : dans ce cas, un cal de cicatrisation énorme, débordant la section, se développe au détriment des racines, empêchant le plus souvent leur croissance.

Les arrosages sont effectués à Yangambi au moyen de pulvérisateurs à dos. Il va de soi que toute installation de bouturage à grande échelle devra être pourvue d'une adduction d'eau en charge, permettant une distribution simultanée dans toutes les couches.

7. — Enracinement.

Le premier stade de l'enracinement consiste dans la formation d'un cal de cicatrisation, qui revêt l'aspect d'un bourrelet circulaire. On observe ensuite, au niveau de la section, un gonflement des tissus corticaux qui se rompent et livrent passage aux ébauches radiculaires. Les racines, concentrées au voisinage immédiat du cal, se développent d'abord horizontalement, et s'incurvent par la suite s'il s'agit de

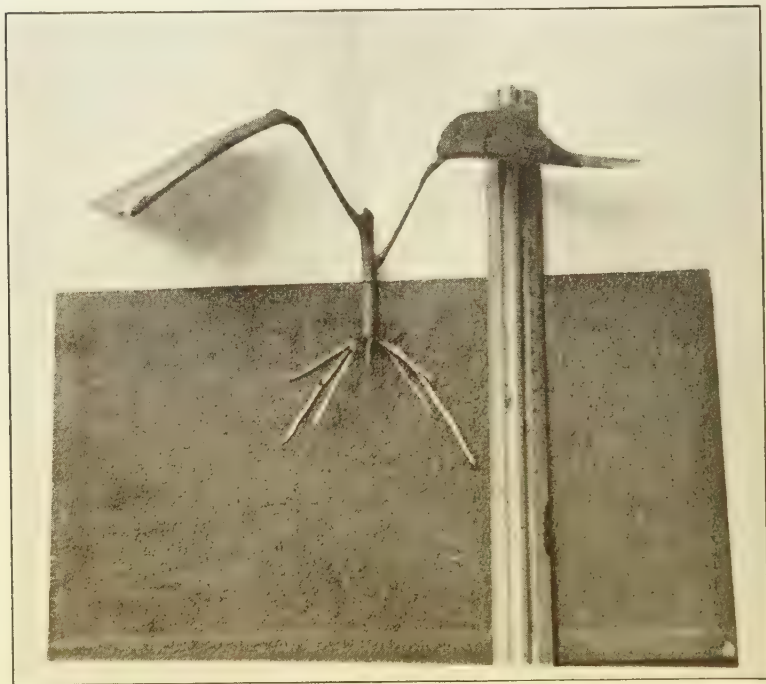


Photo P. WITTEWRONGEL.

Fig. 4.

Bouture de bois orthotrope enracinée,
après 4 semaines de séjour en multiplicateur.

boutures d'origine orthotrope. Ce processus s'étend sur une douzaine de jours au moins.

On procède à l'extraction de la totalité des boutures, 28 jours après leur mise en place. A ce moment, une grande proportion de celles-ci ont développé un système racinaire suffisant pour subir

la transplantation ; les racines trop longues devront même être sectionnées partiellement.

Plusieurs boutures cependant ne sont pas assez enracinées : elles seront replacées en multiplicateur pour un nouveau séjour d'une semaine, après quoi, les plançons non enracinés seront éliminés. Nous attribuons la nécessité de ce séjour prolongé pour une partie des boutures au fait que celles-ci sont prélevées sur des arbres de plantation, lesquels ne sont pas à même de fournir du bois homogène.

L'irrégularité de la formation des racines est partiellement corrigée par le traitement à l'acide 3 indol-butyrique.

8. — Transplantation en paniers.

Avant d'être mises en place définitivement, les boutures sont repiquées en paniers ; cette opération exige une certaine prudence car les racines sont extrêmement fragiles à leur point d'insertion : leur rupture signifie la mort des boutures, mises ainsi hors d'état de franchir la phase d'acclimatation.

Nous avons adopté des paniers de petit format (18 à 20 cm de hauteur et 12 cm de diamètre), afin d'utiliser au maximum l'espace utile.

Les paniers contiennent un mélange de 50 % de terre humifère, 25 % de sable et 25 % de compost, amendé par addition de chaux ; nous utilisons un compost tamisé préparé à partir de pulpe de cerises de caféier et d'écales de cabosses.

Les racines sont recouvertes délicatement d'environ 3 cm du mélange et l'on tasse prudemment de façon à fixer les boutures.

9. — Phases de l'acclimatation.

Si l'on utilise du bois à peine aoûté, comme nous l'avons décrit, les bourgeons ne débourent généralement pas avant que les boutures enracinées ne soient en pépinière. En effet, les poussées végétatives ne se déclenchent que lorsque les racines ont acquis un développement suffisant, soit après 5 à 6 semaines. Si le cas se présentant cependant, on fournirait dès que possible air et lumière aux boutures entrées en croissance afin d'assurer aux poussées des conditions de milieu favorables.

L'acclimatation consiste essentiellement dans une accoutumance progressive des boutures aux conditions extérieures d'humidité et de



Photo P. WITTEWRONGEL.

Fig. 5.

Système racinaire d'une bouture de bois de branche,
10 mois après repiquage en panier.

Remarquer le développement en pivot d'une des racines.

lumière, tout en mettant leur système raculaire en mesure de fonctionner. Les racines, le plus souvent dépourvues de ramifications lors de l'extraction, acquièrent leur chevelu au cours de cette phase, laquelle s'étend sur une quinzaine de jours : leur croissance est très rapide, au point que leurs extrémités ne tardent pas à s'insinuer dans les entrelacs des paniers.

La mise au point d'une méthode d'acclimatation requiert quelques tâtonnements : nous nous sommes inspiré du procédé utilisé à Tafo (Gold Coast), qui entraîne le minimum de pertes.



Photo P. WITTEWRONGEL.

Fig. 6.

Paniers rangés pour l'acclimatation dans un compartiment « ad hoc ».

Quelques compartiments des batteries de multiplication sont aménagés spécialement : l'orifice du drain est obturé et l'on verse une certaine quantité d'eau destinée à entretenir l'humidité du milieu. Les paniers, garnis chacun d'une bouture enracinée, sont disposés densément sur des supports, de telle façon que les feuilles soient à proximité immédiate des vitres. L'expérience établit, en effet, que les feuilles prennent un aspect chlorotique pour peu qu'elles soient privées d'un minimum de lumière. Nous rangeons environ 50 paniers par compartiment aménagé : le nombre de ceux-ci équivaut, en principe, au tiers du nombre de couches de multiplication.

Il serait avantageux, pour réaliser un programme de bouturage à grande échelle, de disposer de bacs à murets moins élevés, partant moins coûteux à établir, et réservés à l'acclimatation des jeunes plants.

Les opérations se succèdent comme suit :

- 1) Arrosage à refus lors de la mise des paniers en compartiment ;
- 2) Séjour d'une semaine, couvercle fermé, sans arrosage ;



Photo P. WITTEWRONGEL.

Fig. 7.

Boutures de bois de branche,

1 an et 3 ½ mois après repiquage en paniers.

- 3) Arrosage à refus et ouverture du couvercle (5 cm) ;
- 4) Après 2 à 3 jours, ouverture progressive du couvercle, jusqu'à obtenir, après les 15 jours de séjour, une ouverture de 15 à 20 cm.
- 5) Mise des paniers en pépinière.

Nous attirons l'attention sur l'importance que revêt une ouverture très progressive du compartiment : réalisée plus tôt ou plus rapidement, elle se solde toujours par une perte massive de feuilles.

10. — Mise en pépinière.

Cette phase ultime exige encore quelques précautions. Toute bouture, même bien enracinée, qui perd ses feuilles avant la différenciation d'une nouvelle poussée végétative, est considérée comme perdue : elle s'épuisera à nourrir une ou plusieurs jeunes pousses, sans que celles-ci atteignent jamais un développement satisfaisant.

Les paniers seront disposés de manière que les jeunes feuilles en pleine croissance ne se gênent pas mutuellement : cette précaution est surtout importante lorsqu'il s'agit de boutures plagiotropes, dont les pousses se développent latéralement.

Les jeunes plants seront avantageusement protégés des pluies battantes, tout au moins pendant leur première poussée végétative : les jeunes feuilles accolées deux à deux ou plaquées à la terre par la pluie pourrissent rapidement.

L'application éventuelle d'engrais se fera avec circonspection ; on se limitera à des doses très faibles — quelques grammes par panier — appliquées à intervalles réguliers.

III. — PREMIERS RESULTATS OBTENUS

Les pourcentages de réussite relevés après chacune des étapes du processus s'établissent comme suit :

En. = enracinement (en % des boutures en multiplicateur).

Acc. = acclimatation (en % des boutures enracinées).

N° du lot	Nb. de boutures	Pourcentages de reprise						% total de réussite
		Après 28 jours		Après 35 jours		% global		
		En.	Acc.	En.	Acc.	En.	Acc.	
1	720	61,5	84,4	20,6	72,6	82,1	81,5	66,6
2	600	70,2	98	14,6	85,7	84,8	96	81,5
3	835	38,3	93,1	46,7	85,6	85	89	75,6
4	828	53,8	88,3	16,2	83,6	70	87,2	61,1
5	842	58,5	96,6	23,6	90,4	82,1	94,8	77,8
6	937	71,8	98,3	13,2	97,5	85	98,2	83,5
Moy. des lots	4762	58,6	93,5	22,7	85,7	81,4	91,4	74,5

Ces résultats sont satisfaisants si l'on tient compte de l'obligation dans laquelle nous nous sommes trouvé, de prélever le bois à bouturer sur des arbres adultes pour la plupart, dans des conditions fort diverses et le plus souvent sans pouvoir choisir le moment le plus opportun pour chacun d'eux. Des différences sensibles dans le comportement des différents clones ont d'ailleurs été observées.

BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE

- BOWMAN, G. F. — *Propagacion del cacao por estacas*, « Bol. Inf. Cacao », Turrialba, II, 9 (1950).
- BURCHARDT, A. et JORGENSEN, H. — *Nota preliminar sobre trabajos en cacao en la Hacienda Clementina*, « Bol. Inf. Cacao », Turrialba, II, 7 (1950).
- CHEESMAN, E. E. — *The vegetative propagation of cacao*, « Trop. Agric. », Trinidad, XII, 9, p. 240-6 (1935).
- CHEESMAN, E. E. — *Field experiments of the Botanical Section*, « Tenth Ann. Rept. Cacao Res., I. C. T. A. », Trinidad, p. 3-11 (1941).
- CHEESMAN, E. E. et SPENGER, G. E. L. — *The propagation of cuttings in tropical climates*, « Trop. Agric. », Trinidad, XIII, 8, p. 201-3 (1936).
- CHEESMAN, E. E. et SPENGER, G. E. L. — *The cost of cacao propagation*, « Trop. Agric. », Trinidad, XVII, 9, p. 163-4 (1940).
- ESCAMILLA, G., PAREDES, L. A. et VON BUCHWALD, A. — *Propagacion del cacao. - Metodos y problemas. Propagacion vegetative del cacao. Propagacion del cacao por estacas*, « Bol. Inf. Cacao », Turrialba, I, 14-15-17 (1948).
- EVANS, H. — *Report on cacao investigations in progress in Trinidad, with a summary of results achieved to date*, « Rept Cocoa Conf. », Londres (1950).
- PYKE, F. E. — *The vegetative propagation of « Theobroma Cacao » by softwood cuttings*, « Trop. Agric. », Trinidad, VIII, p. 249 (1931).
- PYKE, F. E. — *Vegetative propagation of cacao. A survey of possibilities*, « First Ann. Rep. Cacao Res., I. C. T. A. », p. 4-9 (1932).
- PYKE, F. E. — *Softwood cuttings*, « Second Ann. Rep. Cacao Res., I. C. T. A. », p. 3-9 (1933).
- PYKE, F. E. — *Note on the dimorphic branching habit of cacao*, « Third Ann. Rep. Cacao Res., I. C. T. A. » (1933).
- STAHEL, G. — *De bladstekken methode voor het vermenigvuldigen van cacao*, « Bull. Dept. Landbouwproefst. », Suriname, 61, 15 p. (1948).
- W. A. C. R. I. — *Annual Reports, Tafo, Gold Coast*.
 1944 - 1945, p. 32.
 1945 - 1946, p. 47.
 1946 - 1947, p. 56.
 1947 - 1948, p. 62.
 1948 - 1949, p. 46.

Comptes rendus de recherches

LES REACTIONS DU COTONNIER AUX CONDITIONS DE MILIEU

Connaître le comportement d'une plante en conditions de sol et de climat variables, présente un intérêt manifeste en vue de guider son amélioration génétique (sélection) ou culturale. Dans les principaux pays producteurs de coton, les agronomes se sont depuis longtemps attachés à cet objet ; cependant, les observations recueillies dans une région n'étant pas à priori applicables intégralement en toutes conditions écologiques, un examen local s'impose.

Une étude de ce genre a été entreprise dans la zone forestière de l'Uele, où est située la Station de Bambesa. Malgré l'examen minutieux de données expérimentales variées et nombreuses, les résultats acquis ne sauraient être définitifs. Ils présentent néanmoins le mérite de préciser les éléments essentiels du problème envisagé.

I. — *Germination des graines.*

La différence de germination, enregistrée durant une période de dix ans, entre sol fertile et sol pauvre, n'atteint que 2 ½ % en moyenne. Par contre, la texture de la terre, c'est-à-dire sa composition granulométrique ou encore sa teneur relative en sable ou argile, présente plus d'importance que la richesse en éléments nutritifs. Ce fait est normal puisque la germination dépend avant tout d'une bonne économie en eau. Les terres épuisées semblent néanmoins propices au développement des microorganismes responsables de la fonte des semis : des pertes sévères ont été subies dans de telles conditions.

L'influence des pluies sur la germination et la levée est fort nette à Bambesa où apparaît une période critique couvrant cinq jours à partir du semis. Pendant ce court laps de temps, l'humidité du sol ne peut descendre au-dessous d'un certain pourcentage (13 % dans le cas des argiles) sans compromettre dangereusement la levée.

La chute du pouvoir germinatif est plus importante en semis tardifs du mois d'août : dans certains cas, les écarts avec les moyennes des semis de juillet excèdent 15 % ; ces différences sont imputables au vieillissement des graines.

II. — *Hauteur du plant.*

Les graphiques des taux d'accroissement indiquent un maximum aux environs des 11^e et 12^e semaines à partir du semis. On constate une chute brusque de la courbe lors de l'arrivée soudaine de la saison sèche ; une chute analogue se présente lors d'un manque de pluie survenant en saison humide, ce qui affecte particulièrement les coton-

niers en sol assez léger. L'effet d'autres facteurs climatiques n'a pas été mis en évidence; l'eau n'est certainement pas le seul facteur influençant la croissance, mais son action est tellement prépondérante qu'elle masque toutes autres actions.

La nature du sol revêt une importance primordiale quant à la taille atteinte en fin de saison: le développement est fonction de la fertilité du terrain.

L'époque des semis n'influence nettement la taille du plant que dans le cas de sécheresse hâtive ou de semis très tardifs; la période finale d'élongation coïncide alors avec le début de la saison sèche.

III. — *Développement du plant.*

Le poids des racines, tiges et capsules est maximum à la 20^{me} semaine, tandis que le poids des feuilles équivalait à 75 % du maximum atteint quelques semaines auparavant. L'appareil racinaire ne représente que 5 % environ du poids total, tandis que les capsules atteignent jusqu'à 60 % du poids de l'ensemble.

Le développement général du plant diminue en sol pauvre, mais l'appareil végétatif y subit une chute de poids relativement plus considérable que l'appareil génératif. Cet antagonisme entre le développement végétatif et la fructification s'observe souvent chez les végétaux. Il a été observé à nombreuses reprises que sur certains défrichements de grosse forêt, le cotonnier développe un appareil végétatif exubérant, hors de proportion avec le poids des capsules et le rendement en coton-graines.

L'influence du climat s'est révélée supérieure aux effets du sol dans nos conditions expérimentales.

Des coupes anatomiques des racines, tiges, feuilles et pétioles n'ont montré au microscope que peu de différences entre les plants cultivés en sol pauvre ou fertile.

IV. — *Racines.*

Le taux d'accroissement maximum se situe entre les 11^{me} et 12^{me} semaines, l'accroissement en poids est plus régulier que celui des autres organes du plant.

En sol peu fertile, la partie traçante de l'enracinement est, par rapport au pivot, plus développée qu'en terrain normal. D'une façon générale, l'appareil racinaire est aussi étendu en sol pauvre qu'en sol fertile.

Le développement racinaire cesse avec l'apparition des sécheresses de la mi-novembre, vers la 14^{me} semaine.

V. — *Tiges et branches.*

L'époque du taux maximum de développement se situe, selon les années, entre les 11^{me} et 14^{me} semaines à partir du semis.

Le nombre de branches diminue avec la sévérité des conditions de la culture en sol pauvre, la formation des branches végétatives étant plus particulièrement freinée.

A Bambesa, l'on observe pour un écartement de $1\text{ m} \times 0,3\text{ m}$, 88 à 85 % de branches fructifères et donc 12 à 15 % de branches végétatives ; ce dernier pourcentage diminue avec le resserrement des écartements, pour devenir presque nul avec $0,6\text{ m} \times 0,1\text{ m}$.

Les facteurs agrologiques sont spécialement actifs : le développement de la charpente du plant est nettement meilleur en terrain fertile : de toutes les parties du cotonnier, la charpente marque la sensibilité la plus forte à la fertilité du sol. Ici encore, une insuffisance de pluies entrave immédiatement le développement des tiges et branches.

VI. — Feuilles.

La courbe générale du développement foliaire présente une phase initiale jusqu'à la 8^{me} semaine, une phase active qui se situe suivant les conditions entre les 8^{me} et 12^{me} à 14^{me} semaines, puis un palier où l'apparition des jeunes feuilles compense la chute des feuilles âgées. Ce palier est de durée variable selon les circonstances climatiques ; il s'affaïsse, en conditions normales, généralement vers la 16^{me} semaine : c'est la phase décroissante au cours de laquelle la chute des feuilles anciennes est accélérée par l'installation de la sécheresse.

Au point de vue agrologique, l'appareil foliaire réagit comme la charpente et le poids des feuilles est en relation directe avec la fertilité.

Les réactions aux influences climatiques sont vives ; l'effet d'une pénurie en humidité atmosphérique agit surtout sur la chute des feuilles âgées.

En fin de récolte, les cotonniers des régions forestières conservent encore un certain nombre de feuilles sénescentes (c'est-à-dire dont l'activité vitale ralentit de plus en plus), remplacées dès les premières pluies par de jeunes pousses. Dans les régions de savane, plus sèches, à sol léger et peu profond, le dépouillement est souvent total. On constate à ce sujet des différences variétales : les types Triumph, à végétation plus luxuriante, conservent mieux leur feuillage que les types Stoneville, assez « secs ».

VII. — Fleurs.

L'intervalle moyen entre l'apparition de deux fleurs est de 9 jours sur une même branche, et de 4 jours d'une branche à sa voisine supérieure (il s'agit uniquement des branches fructifères). Dès lors, sachant qu'il s'écoule environ 72 jours entre le semis et la floraison, il est possible de déterminer avec une approximation suffisante l'âge d'une plantation de cotonniers. Il est nécessaire d'observer les fleurs d'au moins 10 plants pour chaque époque de semis. L'intérêt scientifique de cette question se double d'un intérêt pratique immédiat en

matière de propagande cotonnière : il convient, en effet, de pouvoir fournir au personnel agricole itinérant un moyen de contrôle simple et rapide des dates de semis (les indigènes les échelonnant facilement).

Le nombre de fleurs par plant varie de 15 à 25, selon l'année et le type de sol ; la floraison est évidemment moins abondante en sol pauvre. Les irrégularités de l'état hygrométrique de l'air n'ont pas marqué d'effet sensible.

Enfin, signalons l'influence de l'insolation, qui joue certainement un rôle de premier plan, encore mal connu, sur le déclenchement de l'épanouissement de la fleur.

VIII. — Capsules.

Pour les ensemencements à date normale, la période critique de capsulaison se situe en octobre : pour l'ensemble des essais, le maximum d'accroissement en poids est atteint assez exactement vers la 15^{me} semaine, soit vers la mi-octobre. A partir de ce moment, l'appareil fructifère représente la partie la plus lourde de toute la plante, jusqu'à atteindre plus de 50 % du poids total. On remarquera à ce propos que le pourcentage en poids des capsules par rapport au poids total est plus élevé en sol pauvre (60 %) qu'en sol fertile. De faibles rendements ont été obtenus sur plants hyperdéveloppés cultivés après abatage de la grosse forêt, où le coton ne donne des rendements économiques qu'après un laps de temps variant de quelques mois à plusieurs années. Le sol doit atteindre un « état d'équilibre » encore mal défini.

Le shedding (avortement floral).

Il existe diverses causes de shedding, que l'on peut ranger en deux catégories : shedding physiologique (conditionné également par les facteurs du milieu) et shedding pathologique (insectes et maladies). Dans les conditions normales rencontrées dans nos essais, ce dernier est peu important (4,2 % sur capsules et 7,8 % sur boutons, imputables surtout aux vers de la capsule).

Nous n'envisagerons pas ici le shedding des boutons floraux utiles (c'est-à-dire capables de fleurir) dont l'importance est minime : 0,9 % du shedding total des boutons.

La période qui sépare l'éclosion de la fleur de la déhiscence de la capsule, est d'une cinquantaine de jours ; elle varie avec la date d'apparition des fleurs et diminue avec l'âge du plant. L'importance des premières fleurs, qui fournissent les capsules les plus lourdes et les plus saines, est encore mise en évidence par le fait qu'elles sont le moins sujettes à l'avortement.

Les facteurs du climat influençant la chute des capsules, minimisent parfois les différences dues aux seuls facteurs du sol. Lors d'une période relativement sèche, le shedding sera plus important dans une plantation établie sur sol léger et bien drainé, tandis que lors de précipitations abondantes, il affectera surtout les plants en

sol argileux, plus lourd : le shedding des capsules peut donc dans certains cas être attribué à l'excès d'eau dans le sol et dans d'autres cas à la sécheresse du substrat ; il est également favorisé par de brusques variations de la teneur en eau du sol.

Caractérisation de la campagne cotonnière.

Les investigations conduites à Bambesa ont permis de caractériser la valeur d'une campagne par l'étude des conditions climatiques du mois d'octobre, dont l'importance paraît capitale. Les facteurs météorologiques de cette période de forte capsulaison peuvent être considérés comme les principaux déterminants de la production cotonnière.

Parmi ces facteurs, la régularité des pluies est prédominante, en même temps que les agents qui règlent l'humidité du sol (évaporation, déficit de saturation, et indirectement température et insolation) ; le chiffre total des précipitations est peu significatif.

Bien que les conditions du mois d'octobre soient capitales, il est évident que leurs effets peuvent être modifiés par certaines causes secondaires ou exceptionnelles survenant en cours de végétation, telles que :

- le manque de pluie lors des semis ;
- un mois de septembre sec, surtout pendant la deuxième quinzaine, la floraison et le début de la capsulaison risquant d'en souffrir ;
- les mois de novembre et décembre humides, favorables aux pourritures de la capsule ;
- l'action imprévisible des attaques d'insectes et des maladies.

Signalons que la température du sol est toujours fort élevée au cours des années déficitaires ; mais il faut plutôt considérer les fluctuations géothermiques comme un reflet des mouvements de l'eau superficielle.

IX. — Occupation du terrain.

L'occupation du terrain, c'est-à-dire le nombre de plants subsistant au moment de la récolte, constitue un facteur important de la production. Ce nombre est fonction de la variété : les « 270 » Triumph perdent normalement plus de plants en cours de culture que les Stoneville ; il s'agit ici d'un caractère génétique dont les modalités d'action sont encore mal connues.

Le déchet est parfois plus marqué en sol pauvre où la moindre vigueur des plants les sensibilise davantage à la fonte des semis et au Wilt (fusariose).

Les semis tardifs entraînent également des pertes plus élevées, sans doute par suite de l'influence plus accusée des sécheresses sur des cotonniers moins âgés.

X. — *Production du plant.*

La productivité est évidemment en relation directe avec la fertilité du sol, mais seulement pour des conditions climatiques semblables. Cependant, un sol relativement peu fertile mais dont l'économie en eau est favorable, peut donner dans certains cas des résultats satisfaisants.

Les semis tardifs entraînent toujours une chute de production considérable, et, contrairement à l'opinion généralement admise, le coton-graines provenant de ces semailles contient une proportion plus élevée de fibres de deuxième qualité et de déchets. La chute de qualité semble due aux pullulations d'insectes, principalement des *Dysdercus*, en novembre et décembre.

Diverses corrélations ont été établies entre les principaux caractères végétatifs et la productivité du cotonnier ; elles ne sont pas générales, ne s'appliquant qu'aux types étudiés (*Gossypium hirsutum*) en conditions de milieu bien définies.

Les caractères végétatifs corrélatifs à la productivité sont, par ordre d'importance décroissante : nombre de fleurs et de capsules, poids des tiges, poids des racines, hauteur du plant, nombre de feuilles et de branches fructifères. La corrélation entre le nombre de fleurs et de capsules d'une part, et la productivité du plant d'autre part, est très élevée, ainsi qu'il fallait s'y attendre ; ces deux caractères sont évidemment les plus sûrs en ce qui concerne le pronostic de la récolte.

Station expérimentale de Bambesa,

M. LECOMTE, R. DE COENE et F. CORCELLE.

(Une étude complète sur ce sujet a été publiée sous le titre : *Observations sur les réactions du cotonnier aux conditions du milieu* par M. LECOMTE, R. DE COENE et F. CORCELLE. Publications INEAC, Série scient., n° 49, 1951).

LA SÉLECTION PRÉCOCE DE L'HEVEA

La sélection précoce en pépinière vise à éliminer dès le jeune âge (18 à 24 mois) le maximum d'individus de faible croissance et de productivité médiocre. Dans cet ordre d'idées, les résultats préliminaires sont très encourageants. L'application en pépinière d'une sélection rigoureuse, portant sur la vigueur et la productivité potentielle, semble être de nature à fournir des populations de départ plus homogènes quant à ces deux caractères essentiels. En d'autres termes, l'élimination, dès le stade de la pépinière, du maximum de sujets médiocres, permettra de repérer, sur des superficies plus réduites, un pourcentage d'élites beaucoup plus élevé ; cette technique est susceptible de fonder la sélection de l'Hévéa sur des bases nouvelles.

Parmi les critères utilisables pour une sélection précoce se place en premier lieu la méthode « Testatex ». Imaginée par le Dr CRAMER,

elle consiste en une saignée pratiquée sur de jeunes sujets âgés de 12 à 18 mois, au moyen d'un couteau spécial provoquant quatre incisions en V dans l'écorce : selon l'abondance d'écoulement du latex, on distingue 5 classes de production numérotées de 1 (écoulement nul) à 5 (écoulement abondant, jusqu'au pied du sujet). Ce test de productivité précoce est le plus rapide et le plus simple à appliquer.

Les critères sélectifs de vigueur consistent dans la mesure du développement moyen des individus ; ces données sont calculées à partir du développement circonférenciel des troncs, mesuré à 50 cm du sol et exprimé en centimètres. On distingue 3 catégories de vigueur : bonne (A), moyenne (B), faible (C).

Premier essai.

En 1939, un champ de « seedlings » (plantules, semenceaux) fut installé à la Division de l'Hévéa (Yangambi), dans le but initial de rechercher de nouveaux clones (clone = groupe d'individus propagés végétativement : greffe, bouture, etc., à partir d'un ancêtre unique) au départ de descendances clonales pour la plupart illégitimes (c'est-à-dire issues d'une fécondation par pollen inconnu, par opposition à « descendances légitimes » où l'origine du pollen fécondant est connue).

Nous avons pu tirer quelques enseignements pratiques touchant la sélection précoce, car tous les sujets ont subi en pépinière l'épreuve « Testatex » suivie de l'élimination des plants chétifs et des catégories 1 et 2 « Testatex ».

D'une manière générale, l'on a remarqué que l'accroissement des jeunes arbres (obtenu par comparaison de mesures de vigueur semestrielles), rapide au début, diminue ensuite lentement jusqu'à 6 ans. Au cours de l'expérience, la croissance des arbres saignés a été de 80 % de celle des témoins non exploités ; elle a été respectivement de 0,9 cm et 1,2 cm par mois en moyenne. Ceci met en évidence l'effet inhibiteur de la saignée précoce sur le développement des jeunes arbres.

A l'aide des données ainsi obtenues, l'on a pu répondre à une première question : « Dans une population donnée, les classes « Testatex » supérieures (3, 4 et 5) sont-elles obtenues à partir des sujets les plus vigoureux (A et B) ? ». Certaines descendances seulement ont fourni une réponse affirmative quant à cette relation.

D'autre part, il n'existerait aucune corrélation entre la concentration du latex (pourcentage de caoutchouc sec) et la catégorie « Testatex » du sujet ; il en irait probablement de même entre cette concentration et la vigueur. Notons ici une corrélation positive entre la circonférence (vigueur) et l'épaisseur de l'écorce à ce niveau.

Pour les diverses familles étudiées, la sélection « Testatex » s'est traduite par une productivité accrue des individus de la catégorie supérieure : d'une manière générale et pour 18 mois de saignée effective, les catégories 4 ont fourni des rendements significativement

meilleurs que les catégories 3. Cette supériorité peut cependant se manifester tardivement (après 1 an à 1 an $\frac{1}{2}$ de saignée seulement).

Deuxième essai.

Le champ dénommé « Famille Tj. 1 » sur lequel porte cet essai, groupe des descendants illégitimes et légitimes « Tj. 1 », chacune de ces deux catégories couvrant une surface de 2 ha. Nous nous sommes attaché à étudier l'influence de la sélection d'après la vigueur en pépinière, sur la vigueur en champ et la productivité des arbres adultes, d'une part, ainsi que l'influence de la sélection « Testatex » en pépinière sur la productivité ultérieure, d'autre part.

I. — Vigueur.

Les catégories les plus vigoureuses en pépinière (A et B) maintiennent leur avantage en champ de 3 ans à 7 ans de plantation, et les courbes de croissance établies montrent que les écarts ont même tendance à s'accroître avec l'âge. La sélection d'après la vigueur en pépinière est donc susceptible de fournir une population de semenciers plus vigoureux, dont la date de mise en saignée sera avancée : l'on sait qu'une circonférence moyenne de 45 cm à 1 m de hauteur, est le critère de croissance admis pour pratiquer la première saignée. Dès lors, si les catégories A étaient saignées à ce moment, les parcelles B et C seraient saignées 2 $\frac{1}{2}$ mois et 4 $\frac{1}{2}$ mois plus tard. En outre, les arbres les plus vigoureux subissent un accroissement moyen plus important que les autres, abstraction faite de leur vigueur relative au départ.

Les descendants illégitimes « Tj. 1 » ont été étudiés quant à l'influence de la vigueur sur la classification « Testatex » : les arbres des classes 4 et 5 sont plus vigoureux que les autres : l'on avait d'ailleurs déjà constaté en pépinière, que les sujets les plus vigoureux fournissaient le plus de catégories 4 et 5.

II. — Productivité.

Touchant l'influence de la sélection « Testatex » sur la productivité, des résultats probants ont été enregistrés :

En première année de saignée, la production journalière moyenne de latex par arbre des catégories « Testatex » 4 et 5 réunies, fut de 45,3 cm³ contre 33,5 cm³ pour les catégories 1, 2 et 3 réunies ; la différence de 11,8 cm³ est nettement significative : durant la première année d'exploitation, la supériorité des classes 4 et 5 s'est donc manifestée par une production supérieure de 35 % à celles des 3 autres classes.

En deuxième année, les moyennes de production furent respectivement de 65,8 cm³ et 56,4 cm³ ; il existe donc un écart significatif de 9,4 cm³ en faveur des catégories 4 et 5, se traduisant par une supériorité de production de 17 %.

A la fin de la troisième année, l'on obtient $93,5 \text{ cm}^3$ contre $78,4 \text{ cm}^3$, soit une différence de $15,1 \text{ cm}^3$ à l'actif des classes 4 et 5 ; le rendement moyen de ces dernières est donc supérieur de 19,3 % au rendement des classes 1, 2 et 3.

L'effet de la sélection « Testatex » se manifeste donc sur la production ultérieure, les individus des catégories 4 et 5 faisant apparaître une productivité nettement supérieure à celle des 3 autres classes.

L'effet de la sélection d'après la vigueur se manifeste-t-il également sur la productivité ? De l'examen des données de la production individuelle de chacune des classes de vigueur A, B et C, il ressort que :

En première année de saignée, seules les différences de production entre A et C d'une part, B et C d'autre part, sont statistiquement significatives (c'est-à-dire certainement dues à la sélection selon la vigueur).

En deuxième année, toutes les différences entre les moyennes de deux catégories quelconques (A-B, A-C, B-C) sont significatives.

En troisième année, les écarts significatifs existant entre les diverses classes permettent d'estimer la supériorité de production de A sur C à 11,5 %, et de A sur B à 5,4 %.

Nous pouvons donc valablement conclure à l'influence évidente de la sélection d'après la vigueur en pépinière, sur la productivité en champ des sujets illégitimes « Tj. 1 ». Cette constatation, qui pouvait en première année s'appliquer à la seule classe C, devient plus absolue en deuxième et troisième années, où l'ordre des productions coïncide avec le classement de la vigueur. Signalons son importance pratique : la sélection d'après la vigueur en pépinière donne non seulement une population de plants plus vigoureux, mais encore tend à relever le potentiel de production de la plantation.

Notons enfin que les corrélations existant entre la vigueur et la productivité sont plus élevées dans la population sélectionnée d'après la vigueur en pépinière, que dans la plantation dont les sujets ont subi l'épreuve « Testatex ».

Dans le domaine de la plantation industrielle, les rendements actuellement obtenus avec des familles clonales de premier ordre sont déjà très encourageants. Citons la descendance illégitime « Tj. 1 » plantée à forte densité qui, après deux éclaircies sélectives, produit une tonne de caoutchouc sec à l'hectare à l'âge de 8 à 9 ans, et 1.200 kg de 9 à 10 ans (260 arbres restent en moyenne). La même descendance, ayant subi en pépinière une « pré-sélection » portant sur la vigueur, et une éclaircie sélective en champ, fournit de 7 à 8 ans de mise en place, 1.300 kg de caoutchouc sec avec 350 arbres en saignée. Nous sommes donc en droit de croire que des descendances génératives de cette valeur, soumises à une sélection appropriée portant

à la fois sur la vigueur et la productivité en pépinière, pourraient donner des résultats plus intéressants que les meilleurs clones greffés.

La réalisation de la présélection en champ permettrait d'abord d'éviter la création de pépinières étendues, d'un prix d'établissement toujours élevé, et éviterait ensuite la transplantation, qui risque d'amener la disparition d'un pourcentage important des élites repérés en pépinière, en même temps qu'on réaliserait un gain d'au moins une année dans la mise en exploitation de la plantation.

La seule restriction que l'on puisse actuellement formuler à l'égard de ces méthodes de présélection en champ, est la difficulté de réaliser des éclaircies sélectives sur de grandes étendues et surtout la surveillance efficace de ces opérations.

Centre de Recherches de Yangambi, Division de l'Hévéa,

R. J. PICHEL.

(Cet article est extrait d'un mémoire : *Premiers résultats en matière de sélection précoce chez l'Hévéa*, par R. J. PICHEL. Publications INEAC, Sér. technique, n° 39, 1951).

LA MICROFLORE DES SOLS DE L'UELE

La subdivision de l'Uele en deux grands territoires botaniques, forêt et savane, se justifie également aux points de vue du sol et de l'agriculture. Les savanes issues de la déforestation du Nord de l'Uele couvrent des sols appauvris en surface par une végétation à graminées (*Imperata*) et les feux de brousse annuels. Vers le Sud, la forêt conserve la fertilité du sol qui n'est pas soumis au même lessivage par les pluies qu'en terrain nu. La forêt vit en cycle à peu près fermé en explorant par un feutrage de racines la couche superficielle de la terre, où elle maintient des conditions d'absorption favorables aux végétaux.

On observe fréquemment la succession topographique des sols selon leur coloration : rouge - ocre - jaune, tant en savane qu'en forêt. Les terres rouges de l'Uele se caractérisent par une concentration en éléments organiques ou minéraux et une vitesse de minéralisation de l'azote organique (nitrification) très supérieures aux normes de la Cuvette centrale congolaise. Par voie de conséquence, les analyses quantitatives de la microflore indiquent que le nombre total de micro-organismes en surface est considérablement plus élevé que dans les sols de Yangambi, par exemple.

L'accroissement relatif de la richesse minérale des terres après incinération est nettement moindre pour un sol riche que pour un sol pauvre ; cette accumulation de sels, très importante lorsqu'il s'agit d'un terrain très pauvre de la Cuvette, s'atténue fortement dans une

terre fertile, au point qu'elle risque d'être contrebalancée par les facteurs défavorables de la dénudation du sol (exposition au soleil, pluies battantes). Il semble que l'effet de l'incinération ne persiste pas durant de nombreuses années dans l'Uele. Quoiqu'il n'existe guère de différences numériques sensibles entre la microflore des sols forestiers et celle des terres cultivées (incinération remontant à plusieurs années), les populations microbiennes sont bien distinctes au point de vue systématique : elles sont beaucoup plus variées sous forêt que sous culture. Dans les terres rouges de l'Uele, les éléments dominants sont constitués par les *Aspergillus*, représentés par de nombreuses espèces ; viennent ensuite *Trichoderma* et *Fusarium*. Cette composition systématique contraste avec celle des sols de Yangambi, caractérisés surtout par *Trichoderma* sous forêt, et *Penicillium* dans les autres substrats.

Des carapaces latéritiques se rencontrent souvent dans les savanes de Tukpwo (Nord-Uele) où elles affleurent généralement sur les pentes ; la microflore augmente sensiblement au fur et à mesure que l'on s'écarte du point d'affleurement, du moins en ce qui concerne les champignons et les bactéries ; les actinomycètes, caractérisés par leur réaction optimum en milieu neutre ou alcalin, se multiplient abondamment lorsque l'on pénètre dans la savane arborescente des vallées, ce qui s'explique soit par une réaction moins acide de ce sol, soit par son pédo-climat plus sec. Quoique la population microbienne de la région considérée soit moins riche que dans la zone forestière de l'Uele (terre rouge), les différences numériques constatées entre la microflore du plateau et celle de la vallée correspondent aux variations de fertilité du terrain.

L'un des problèmes les plus intéressants en région de savanes secondaires réside dans l'étude des modifications des propriétés chimiques et biologiques du sol, la savane étant protégée du feu et abandonnée au reboisement. Bien qu'aucune expérience systématique n'ait été menée dans ce sens en Uele — ni ailleurs au Congo — l'examen de profils très voisins, l'un sous savane secondaire à *Imperata* soumise aux incendies annuels, l'autre sous jeune forêt de 5 à 10 ans (à *Vernonia conferta* et *Albizzia Zygia*), a mis en lumière quelques différences d'intérêt pratique. Si ces profils se caractérisent par une morphologie quasi identique (couleur, zonation et texture des couches), la microflore, elle, varie entre de larges limites dans les horizons superficiels. D'abondance moyenne sous savane, les filaments des champignons et des actinomycètes y sont bien représentés et, au point de vue numérique, la population microbienne est surtout constituée de bactéries : formes en bâtonnets disperses et quelques colonies de coques. Par contre, sous le recrû forestier, la microflore est bien plus riche, composée principalement de formes en bâtonnets, les filaments de champignons et d'actinomycètes étant beaucoup plus rares.

Bien que fragmentaires et forcément incomplètes, ces quelques considérations ouvrent le champ aux chercheurs, qui ne manqueront

pas de tirer de leurs observations un enseignement très riche en intérêt pratique : les objets d'étude sont loin d'être épuisés dans le domaine du tryptique microflore - sol - végétation.

*Station expérimentale à Bambesa et Centre
de Recherches à Yangambi,*

H. LAUDELOUT et H. DU BOIS.

(Ces données succinctes sont extraites d'un mémoire : *Microbiologie des sols latéritiques de l'Uele*, par H. LAUDELOUT et H. DU BOIS. Publications INEAC, Série scientifique, n° 50, 1951).

Petites Informations

LA CONFERENCE ZOOTECHNIQUE DE L'INEAC, A NIOKA

(2 - 6 OCTOBRE 1951)

C'est à la Station de Nioka, dont l'activité est principalement orientée vers les problèmes de zootechnie et de praticulture, que s'est tenue la Conférence annuelle de l'INEAC, portant sur les problèmes soulevés par l'élevage congolais.

L'ordre du jour de la réunion portait sur trois chapitres principaux :

- l'écologie et la pathologie animales ;
- le végétal dans ses rapports avec l'élevage ;
- les problèmes économiques ou sociaux liés à la zootechnie.

Une quarantaine de communications furent présentées et débattues au cours de ces journées. Les principales d'entre elles feront l'objet d'une publication ultérieure, sous forme d'un « Symposium ».

L'expérience déjà acquise en matière de recherche zootechnique dans l'Ituri, a permis d'émettre les quelques conclusions reprises brièvement ci-après :

La vocation zootechnique de l'Ituri est confirmée par le succès de l'élevage coutumier, pratique depuis des siècles déjà ; cette réussite justifie la prospection approfondie des possibilités réelles de la région, aussi bien pour les races locales que pour les races importées, européennes ou autres.

L'amélioration du bétail fut poursuivie dans ces deux voies, en mettant l'accent sur l'avantage inestimable de l'adaptation au milieu des races indigènes.

Les résultats de vingt années d'efforts récompensent largement les sélectionneurs : le poids de la vache indigène a augmenté de 75 kg, tandis que sa précocité était avancée de 10 mois. D'autre part, l'introduction de sang étranger (Friesland, Jersey, Ayrshire) a entraîné une production en viande de boucherie supérieure de 150 à 200 kg, et le rendement laitier s'est accru considérablement, passant de 600 à 1.500 l, et même exceptionnellement à 3.000 l.

Ces premiers résultats permettent d'envisager l'avenir avec optimisme : le progrès de la sélection, le développement des élevages

indigènes et européens et leur extension à des régions qui semblaient moins propices, constituent les problèmes sur lesquels les efforts doivent encore porter. La mise au point de l'insémination artificielle permet de prévoir une amélioration rapide, tout au moins en zootechnie européenne.

L'introduction de l'élevage dans des régions peu favorisées de prime abord, exigera l'emploi de races spécialement adaptées, pures ou croisées : on songera ici au buffle domestique, qui conviendrait particulièrement au climat humide et chaud de la Cuvette centrale, et au Zébu des Indes, qui apporterait à nos races indigènes le précieux caractère de résistance à la chaleur et à la sécheresse.

La lutte préventive contre les maladies du bétail demeure l'un des objectifs essentiels, surtout dans les régions d'extension nouvelle de l'élevage ; dans ce domaine, le Laboratoire de recherches vétérinaires de Gabu est appelé à jouer un rôle important.

L'alimentation du bétail requiert une solution d'autant plus intensive que progresse la sélection ; il serait vain, en effet, d'améliorer nos races et de créer des types à haute productivité, s'il n'était pas possible d'alimenter convenablement ce bétail plus producteur et partant, plus exigeant. L'amélioration du bétail implique l'aménagement de parcours à valeur nutritive satisfaisante et de pâtures artificielles de haute valeur ; en outre, les éventuels suppléments de ration devront être tirés des sous-produits de l'agriculture locale.

Les résultats obtenus à Nioka portent à croire que le moment est venu de passer du mode extensif au mode intensif de zootechnie, du ranching aux prairies artificielles ou améliorées, garantes de l'utilisation rationnelle et complète des terrains.

Dans le domaine de la prairiculture, l'application de méthodes d'investigation rigoureuses est indispensable à une étude scientifique des pâturages : inventaire des diverses formations à graminées, détermination de leur valeur nutritive et de leur rendement. L'étude des associations végétales est surtout indispensable lors du défrichement et de l'aménagement des bas-fonds et des alluvions juvéniles périodiquement inondées, qui sont de nature à constituer de précieux pâturages en saison sèche.

Les pâturages naturels améliorés et les prairies artificielles représentent des facteurs de précocité du bétail et d'augmentation des rendements : éléments de l'intensification rationnelle, ils se traduisent par une spéculation plus économique à l'unité de surface de terres mieux utilisées.

Une plus grande précision est souhaitable dans la détermination des graminées et autres plantes fourragères, car l'on éviterait ainsi des confusions regrettables, entraînant des contradictions qui ne sont qu'apparentes.

Les plantes toxiques devront faire l'objet de recherches auxquelles les zootechniciens, botanistes et chimistes collaboreront utilement.

La création de pâturages artificiels a fait ses preuves à Nioka et son rendement économique paraît assuré. Il importe maintenant d'en vérifier les possibilités d'extension dans les autres régions d'élevage, et de les approprier chaque fois aux conditions locales. Néanmoins, l'extension de cette pratique aux grandes exploitations nécessite l'étude de l'utilisation rationnelle d'engins mécaniques.

L'INEAC DEVANT LE PROBLEME DES CULTURES INDUSTRIELLES

La Conférence annuelle de l'INEAC sera consacrée, cette année, aux grandes cultures pérennes : palmier à huile, hévéa, caféier, cacaoyer ; elle tiendra ses assises à Yangambi, au cours du mois de novembre.

Les cultures industrielles mentionnées ci-dessus feront l'objet d'échanges de vues entre les diverses Divisions et Stations intéressées, sous l'angle particulier des principes de base admis jusqu'à présent dans les domaines suivants :

- Amélioration du patrimoine héréditaire ;
- Méthodes culturales ;
- Mécanisation et rationalisation des travaux ;
- Phytopathologie.

Pour chacun de ces domaines, les Divisions de recherche agronomique, ainsi que les Stations spécialisées, fourniront un rapport synthétique concis, dans lequel elles s'attacheront à souligner les principes essentiels acquis par l'expérience de plusieurs années.

D'autre part, le Chef de la Section des recherches agronomiques désignera cinq commissions, qui seront chargées, dans le cadre de la spécialité qui leur sera indiquée, de procéder à l'étude comparative des problèmes communs aux grandes cultures arbustives. Ces commissions d'études concentreront leur activité sur les points suivants :

Première commission.

L'amélioration du patrimoine génétique : ses buts, le matériel de départ.

Deuxième commission.

L'amélioration du patrimoine génétique : le repérage des elites leur multiplication et épreuve préliminaire au stade industriel.

Troisième commission.

Les méthodes culturales : leur appropriation au point de vue écologique.

Quatrième commission.

Les méthodes culturales : l'ouverture et l'entretien des plantations, la fumure, la lutte contre les maladies et les déprédateurs.

Cinquième commission.

La mécanisation et la standardisation du travail.

Chaque commission rédigera, en guise de conclusion, un rapport de synthèse où seront mis en lumière les éléments de base, concordant pour les diverses cultures étudiées ; les divergences éventuelles dans l'adoption de certaines techniques culturales y seront consignées également. Enfin, les commissions s'efforceront de détecter les orientations nouvelles susceptibles d'éclairer les recherches ultérieures sous un autre jour ; ces considérations figureront « in fine » dans les rapports.

En principe, chacune des séances de la Réunion sera consacrée à l'étude d'un domaine déterminé : un bref exposé des notes synthétiques fournies par les Divisions et Sections, suivi de la lecture des conclusions de la Commission d'études, ouvriront le champ à de plus larges échanges de vues. Les spécialistes seront invités à faire la critique des problèmes posés et s'efforceront de dégager et développer l'aspect pratique des voies nouvelles décelées, propres à asseoir l'expérimentation dans l'avenir.

**CATALOGUE SOMMAIRE DES PLANTS ET SEMENCES DISPONIBLES
DANS LES STATIONS DE L'INEAC**

Matériel	Station d'origine	Prix en fr	Epoque de fourniture
1. Plantes de cultures industrielles.			
CAFEIER			
C. Arabica			
graines sélectionnées	Mulungu	150,— le kg	
graines choisies	Nioka et Rubona	75,— le kg	
C. Robusta			
graines clonales	Yangambi	150,— le kg	novembre
plants greffés	Yangambi	25,— pièce	à janvier
bois de greffe	Yangambi	20,— le mètre	
CACAOYER			
Graines améliorées	Yangambi Eala - Bongabo	2,50 la cabosse	octobre à décembre
Graines sélectionnées	Yangambi	5,— la cabosse	octobre à décembre
DERRIS			
Boutures doubles non enracinées	Yangambi Gandajika	2,50 pièce	
Boutures enracinées	Yangambi	10,— pièce	
HEVEA			
Graines tout-venant	Kondo Yangambi - Eala Mukumari Bongabo	75,— le mille	septembre à novembre
Graines mélange clonal	Yangambi Bongabo - Kondo Mukumari	100,— le mille	septembre à novembre
Graines clonales éprouvées	Yangambi Bongabo - Kondo Mukumari	250,— le mille	septembre à novembre
Plants greffés	Yangambi	20,— pièce par cent et plus 25,— pièce par moins de cent 30,— pièce par moins de dix	septembre à novembre
Bois de greffe	Yangambi	20,— le mètre	réduction 25 % par 100 mètres

Matériel	Station d'origine	Prix en fr	Epoque de fourniture
ELAEIS			
Graines de fécondation artificielle			Remarque : les graines de fécondation artificielle d'Elaeis sont livrées au fur et à mesure de l'inscription des commandes ; actuellement il faut deux ans environ de délai de fourniture.
Dura × Pisifera	Yangambi	Première cat. 1000,— le mille	
Dura × Pisifera	Yangambi	Deuxième cat. 750,— le mille	
Tenera × Dura	Yangambi	Première cat. 750,— le mille	
Tenera × Dura	Yangambi	Deuxième cat. 300,— le mille	
PYRETHRE			
Graines sélectionnées ..	Mulungu	350,— le kg	
QUINQUINA			
C. Ledgeriana			) suivant possibilités
Graines clonales ...	Nioka - Mulungu	25,— le g	
Plants pépinière ...	Nioka - Mulungu	30,— le cent	
Plantules germeoir ...	Nioka - Mulungu	75,— le cent	
C. succirubra, graines	Mulungu - Rubona	20,— le g	
THEIER			
Graines choisies	Mulungu	60,— le kg	
ALEURITES			
Graines sélectionnées ..	Mulungu - Vuazi	100,— le kg	
Graines tout-venant ...	Mulungu - Nioka Bambesa - Vuazi Rubona	25,— le kg	
2. Plantes alimentaires.			
A. Petites quantités.			
Arachides en coques jusqu'à 100 kg	Yangambi Bambesa - Boketa Rubona - Lubarika Gandajika	10,— le kg	
Arrow-root	Rubona	10,— le kg	
Canavalia ensiformis ...	Gandajika Keyberg	15,— le kg	
Canna edulis	Rubona	5,— le kg	
Chayotte	Rubona	2,— la pièce	
Chou Caraïbe	Rubona	2,— la pièce	
Colocase	Rubona	2,— la pièce	
Courges	Kiyaka	15,— le kg	
Céréales : avoine, froment, orge et seigle	Kisozi	10,— le kg	
Coix	Yangambi	5,— le kg	
Haricots divers	Yangambi - Vuazi Bambesa - Nioka Gandajika	10,— le kg	

Matériel	Station d'origine	Prix en fr	Epoque de fourniture
Maïs jusqu'à 100 kg	Yangambi Gandajika - Nioka Kisozi - Rubona Kiyaka - Lubarika	5,— le kg	
Manioc (boutures) ...	Yangambi Lubarika - Rubona Nioka - Mulungu Kiyaka Gandajika	1,— le mètre	
Millet	Kiyaka	2,— le kg	
Patates douces (boutures)	Mulungu - Rubona Gandajika	10,— le cent	
Pommes de terre ...	Nioka - Rubona	10,— le kg	
Pois cajan (Ambrevade)	Kisozi - Gandajika	15,— le kg	
Riz (paddy)	Yangambi	5,— le kg	
Sarrasin	Kisozi	10,— le kg	
Soja	Nioka Yangambi	10,— le kg	
Sorgho	Gandajika Rubona - Nioka	10,— le kg	
Telfairea pedata	Kiyaka - Rubona	10,— le kg	
Tef (Eragrostis abyssinica)	Kisozi	20,— le kg	
Vigna sinensis	Yangambi	10,— le kg	
B. Grandes quantités. au-delà de 100 kg			
Maïs et Riz (paddy) ...	Adresse :	4500,— la tonne	
Arachides en coques ...	Coopérative des Turumbu à Yangambi (indépendante de l'INEAC) Gandajika - INEAC, fournit aux mêmes conditions les quantités ne dépassant pas 5 t.	6500,— la tonne	
3. Plantes fourragères.			
Plantes fourragères diverses, par graines, plants ou éclats de souche	Yangambi Nioka - Keyberg Rubona	Prix à convenir	
Plantes pour pâturages améliorés	Nioka	Prix à convenir	

Matériel	Station d'origine	Prix en fr	Epoque de fourniture
4. Plantes fruitières.			
Agrumes, plants greffés	Vuazi - Rubona Keyberg Yangambi	25,— pièce	
Agrumes, bois de greffe	Vuazi - Keyberg	20,— le mètre	
Abricotiers, Amandiers, Pêchers, Pruniers ...	Rubona - Keyberg	25,— pièce	
Avocatiers, en variétés plants greffés ...	Vuazi - Keyberg	30,— pièce	
Bananiers, Gros Michel rejets ...	Vuazi - Gimbi Kondo	5,— pièce	
Manguiers (fruits sans fibres), plants greffés ...	Vuazi	30,— pièce	
Espèces autres, non citées plants francs de pied graines ...	Eala - Rubona Keyberg	10,— pièce 10,— le sachet	
5. Plantes à huiles essentielles et aromatiques.			
Camomille romaine, plants ...	Mulungu	25,— le cent	
Camomille allemande, graines ...	Mulungu	400,— le kg	
Citronnelle, plants ...	Rubona	2,— pièce	
Geranium rosat, boutures ...	Mulungu	10,— le cent	
Gingembre ...	Rubona	10,— le cent	
Iris de Florence, boutures ...	Mulungu	250,— le mille	
Lavande, menthes diverses, tubéreuses, etc. ...	Mulungu	Prix à convenir	
6. Plantes oléagineuses.			
Ricin ...	Rubona	20,— le kg	
Tournesol ...	Rubona	10,— le kg	
7. Plantes d'ombrage, de couverture et engrais verts.			
Albizia stipulata			
A. moluccana ...	Mulungu - Nioka	100,— le kg	
Calopogonium muconoides ...	Gandajika	25,— le kg	
Cassia divers ...	Nioka - Gandajika Rubona	25,— le kg	
Crotalaria divers ...	Mulungu - Kisozi Gandajika	15,— le kg	
Flemingia sp. ...	Yangambi	20,— le kg	

Matériel	Station d'origine	Prix en fr	Epoque de fourniture
Indigofera sp.	Rubona	100,— le kg	
Leucaena glauca	Mulungu - Kondo	15,— le kg	
	Gandajika		
	Bambesa		
	Rubona		
Lupins divers	Rubona - Kisozi	20,— le kg	
Pueraria javanica	Vuazi - Kondo	25,— le kg	
Tephrosia Vogelii	Rubona	20,— le kg	
8. Essences de reboisement.			
Aleurites montana	Nioka - Bambesa	25,— le kg	
	Rubona - Mulungu		
	Vuazi		
Acacia decurrens (Black Wattle)	Nioka - Rubona		
	Kisozi - Mulungu	15,— le kg	
Acacia elata	Rubona	15,— le kg	
Cassia spectabilis	Mont-Hawa	25,— le kg	
	Lubarika		
	Bambesa		
Cassia siamea	Gandajika	25,— le kg	
	Lubarika		
Callitris divers	Kisozi	50,— le kg	
Casuarina divers	Kisozi - Nioka	300,— le kg	
	Mulungu		
Cupressus divers	Kisozi - Nioka	25,— à 250,—	
	Mulungu	le kg	
Cryptomeria japonica	Mulungu	75,— le kg	
Conifères autres	Rubona	200,— le kg	
Cedrela serrulata	Rubona	200,— le kg	
Eucalyptus tout-venant	Keyberg - Nioka	150,— le kg	
	Rubona - Kisozi		
Eucalyptus saligna,	Keyberg - Nioka	300,— le kg	
Macarthuria, citriodora, etc.	Mulungu	300,— le kg	
Gliricidia maculata	Rubona	50,— le kg	
Grevillea robusta	Rubona - Nioka	250,— le kg	
Jacaranda			
mimosaeifolia	Rubona - Mulungu	250,— le kg	
Juniperus procera	Kisozi	100,— le kg	
Maesopsis Eminii	Mulungu	10,— le kg	
	Gandajika		
Prunus Salasi	Mulungu	30,— le kg	
Populus deltoides			
(boutures)	Kisozi	2,— la pièce	
Quercus suber	Rubona	25,— le kg	
Syncarpia laurifolia	Mulungu	150,— le kg	
Solanum macranthum	Mulungu	30,— le kg	
	Mont-Hawa		
Tristania conferta	Kisozi	15,— le sachet	
Essences locales	Yangambi - Luki	Prix à convenir	

Matériel	Station d'origine	Prix en fr	Epoque de fourniture
9. Plantes à fibres.			
Abroma augusta	Gimbi	20,— le kg	
Agaves divers (bulbilles)	Gimbi - Rubona Eala	50,— le cent	
Crotalaria juncea	Rubona	50,— le kg	
Ramie	Rubona	50,— le kg	
Fourcroya divers (bulbilles)	Gimbi	50,— le cent	
Sansevieria divers (plants)	Gimbi	5,— la pièce	
Urena lobata sél. massale 1°	Gimbi	20,— le kg	
sél. massale 2°	Gimbi	10,— le kg	
Lin	Kisozi	30,— le kg	
Autres espèces	Gimbi	15,— le kg	
10. Plantes ornementales.	Eala - Rubona	Prix variables suivant espèces	
11. Plantes diverses.			
Mûrier (boutures)	Mont-Hawa	1,— le mètre	(par petites quantités)
Tabac	Kaniama	10,— le g	
Bixa orellana	Rubona Gandajika	50,— le kg	
Curcuma	Rubona *	50,— le kg	

Pour les plantes non mentionnées dans le présent catalogue, on recourra au Jardin d'Essais d'Eala, pour les espèces des pays chauds, ou à la Station de Rubona (Ruanda), pour les espèces subtropicales ou montagnardes.

En cas d'incertitude, on pourra s'adresser à l'INEAC à Yangambi qui transmettra à la Station intéressée.

Les prix s'entendent emballage et transport non compris, à facturer.

Les factures sont payables, au plus tard, dans les 3 mois qui suivent leur établissement.

En cas de commande importante, sur laquelle il est marqué accord, il est nécessaire de verser un acompte de 50 %.

Il n'est pas donné suite aux commandes d'acheteurs qui sont en retard de paiement.

Les semences, plants, bois de greffe, boutures, etc... voyagent aux risques et périls des destinataires ; il est donc recommandé de donner très lisiblement l'adresse et la voie d'acheminement la plus directe.

REDACTION ET ADMINISTRATION

Bulletin Agricole du Congo Belge: M. J. Hengard, Directeur au Ministère des Colonies, 7, place Royale, Bruxelles.

Bulletin d'Information de l'INEAC: l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge, 12-16, rue aux Laines, à Bruxelles.

ABONNEMENTS POUR 1952

Le Bulletin Agricole du Congo Belge et le Bulletin d'Information de l'INEAC paraissent trimestriellement, sous la même couverture: en mars, juin, septembre et décembre.

Pour la Belgique, le Congo Belge et le Ruanda-Urundi:

200 francs (à verser au C. C. P. 91.23 du Ministère des Colonies, à Bruxelles — ou par mandat-poste international ou chèque bancaire). Prière d'indiquer sur le talon le motif du versement.

Réductions:

Colons agricoles, installés au Congo Belge ou au Ruanda-Urundi, prix de l'abonnement: 25 francs par an.

Agents de la Colonie et de l'INEAC: 50 % sur le prix de l'abonnement.

Etudiants: 50 % sur le prix de l'abonnement, sur présentation de la carte d'inscription validée pour l'année en cours, ou sur demande écrite portant le cachet de l'établissement.

Pour l'étranger:

240 francs belges pouvant être payés par virement postal international ou mandat-poste international libellé au profit du Ministère des Colonies (Direction de l'Agriculture), à Bruxelles. Prière d'indiquer sur le talon le motif du versement.

SERVICE DES ECHANGES

Le Bulletin Agricole du Congo Belge et le Bulletin d'Information de l'INEAC peuvent être envoyés à titre d'échange.

NUMEROS DES ANNEES ANTERIEURES DU BULLETIN AGRICOLE DU CONGO BELGE

Prix par fascicule:	Francs
Belgique et colonie	50.—
Etranger	60.—
Pour les trois volumes des Comptes rendus de la Conférence Africaine des Sols (1949)	500.—
(Ces volumes ne peuvent être vendus séparément).	
Id., étranger	560.—

Liste des fascicules épuisés à ce jour:

1910: 1; 1911: 1, 2, 3, 4; 1912: 1, 3, 4; 1913: 4; 1914: 2, 3, 4; 1915: 1, 2, 3, 4; 1916: 1, 2, 3, 4; 1917: 1, 2, 3, 4; 1920: 3, 4; 1922: 2, 3, 4; 1923: 1, 2, 3, 4; 1924: 1, 2, 3, 4; 1925: 1, 3, 4; 1926: 1, 2, 3, 4; 1927: 1, 2, 3, 4; 1928: 1, 2, 3; 1929: 1; 1930 (*): 1, 2, 3, 4; 1933: 1, 2, 4; 1935: 2, 3, 4; 1936: 1, 2; 1937: 1; 1938: 1, 2; 1939: 4; 1948: 1; 1951: 3, 4.

Il ne nous est pas possible de procurer les numéros publiés à Léopoldville durant les années 1940, 1941, 1942, 1943 et 1944, le tirage en étant entièrement épuisé.

(*) Les principales études du vol. XXI (1930) sont reprises dans les Comptes Rendus du V^e Congrès International d'Agriculture Tropicale - Anvers 1930 (Prix: 200 fr.).

REDACTIE EN ADMINISTRATIE

Landbouwkundig Tijdschrift voor Belgisch-Congo: de Hr. J. Hengard, Directeur bij het Ministerie van Koloniën, Koninklijke plaats, 7, Brussel.

Informatiebulletin van het NILCO: het Nationaal Instituut voor de Landbouwstudie in Belgisch-Congo, Wolstraat, 12-16, te Brussel.

ABONNEMENTEN VOOR 1952

Het Landbouwkundig Tijdschrift voor Belgisch-Congo en het Informatiebulletin van het NILCO verschijnen in één enkele aflevering om de drie maanden: in Maart, Juni, September en December.

Voor België, Belgisch-Congo en Ruanda-Urundi:

200 frank (te storten op P. C. R. 91.23 van het Ministerie van Koloniën, te Brussel of per internationale postwissel of bankcheck).

Gelieve op het strookje de reden der storting te vermelden.

Verminderingsen:

Landbouwkolonisten in Belgisch-Congo of in Ruanda-Urundi gevestigd, abonnementsprijs: 25 frank per jaar.

Agenten van de Colonie en NILCO: 50 % op de prijs van het abonnement.

Studenten: 50 % op de prijs van het abonnement op vertoon van de inschrijvingskaart geldig voor het lopend jaar, of op schriftelijke aanvraag, waarop de stempel van de onderwijsinstelling aangebracht is.

Voor het buitenland:

240 Belgische frank te storten door internationale postoverschrijving of internationale postwissel ten bate van het Ministerie van Koloniën (Landbouwdirectie), te Brussel.

Gelieve op het strookje de reden der storting te vermelden.

RUILDIENST

Het Landbouwkundig Tijdschrift voor Belgisch-Congo en het Informatiebulletin van het NILCO kunnen in ruil worden toegezonden.

NUMMERS VAN DE VORIGE JAARGANGEN VAN HET LANDBOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT VOOR BELGISCH-CONGO

Prijs per nummer:	Frank
België en kolonie	50.—
Buitenland	60.—
Voor de drie boekdelen van de Verslagen van de Afrikaanse Conferentie der Gronden (1949)	500.—
(Deze boekdelen mogen niet afzonderlijk verkocht worden).	
Id., buitenland	560.—

Lijst der uitverkochte nummers:

Aangezien de oplagen uitgeput zijn kunnen wij de nummers van de jaargangen 1940, 1941, 1942, 1943 en 1944 die te Leopoldstad werden uitgegeven, niet meer verschaffen.

(*) De voornaamste studies van vol. XXI (1930) worden opgenomen in de Verslagen van het V^e Internationaal Congres van Tropische Landbouw - Antwerpen 1930 (Prijs: 200 fr.).

ETABLISSEM. D'IMPRIMERIE
LONDOT FRERES, S. A.
LODELINSART (CHARLEROI)